



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

SYSTÉM ŘÍZENÍ VÝROBY

THE PRODUCTION CONTROL SYSTEM

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Jan Ryšavý

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Karel Osička, Ph.D.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student(ka): Bc. Jan Ryšavý

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Systém řízení výroby

v anglickém jazyce:

The production control system

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh systému řízení výroby v dynamicky se rozvíjejícím menším strojírenském podniku, který je orientován na výrobu nářadí.

Cíle diplomové práce:

Úvod.

Rozbor stávajícího stavu řízení firmy.

Teoretický rozbor dostupných informačních technologií pro řízení firmy.

Návrh variant řešení informačního systému.

Detailní rozpracování vybrané varianty pro řízení firmy.

Ekonomické vyhodnocení.

Diskuze.

Závěr.

Seznam odborné literatury:

JUROVÁ, Marie. Řízení výroby I, Část 1. 2. přepracované a doplněné vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2005, 81 s. ISBN 80-214-3066-4.

JUROVÁ, Marie. Řízení výroby I, Část 2. 2. přepracované a doplněné vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2006, 138 s. ISBN 80-214-3134-2.

SUTORMINA, Ekaterina, JUROVÁ, Marie a Zdeněk BROŽ, Mechanismus univerzálního hodnocení vnitřních informačních toků pro malé a střední podniky. In International workshop for PhD students. Brno, Czech Republic: Brno University of Technology, Faculty of Business and Management, 2010. s. 115-120. ISBN: 978-80-214-4194-1.

JUROVÁ, Marie, Logistika. 1. vydání. Brno: Vysoká škola Karla Engliš, 2010. 48 s. ISBN: 978-80-86710-17-4.

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2006, 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Karel Osička, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 20. 11. 2014

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem integrace systému řízení v rozvíjejícím se výrobním podniku se zakázkovou výrobou. Návrh systému probíhá nejprve pomocí rešerše dostupných metod a prostředků pro řízení firmy a dále pomocí aplikace v praxi podniku a postupnou úpravou systému na míru. Výsledkem je nejen optimální systém řízení výroby, který odstraňuje chyby vzniklé při nedostatečném řízení podniku, ale také podnik připravený na další ziskovou expanzi.

Klíčová slova

Systém řízení výroby, nástrojárna, kusová výroba, ERP systém, CAD/ CAM řešení.

ABSTRACT

The goal of this diploma thesis is to describe the proposal for integrating production control system in the growing manufacturing company with custom-made production. Initially the research of applicable methods and operations suitable for the company management will be done. Next step will be to apply these procedures in the company and eventually to provide a range of adjustments. As a result, not only an optimal production control system eliminating possible mistakes stemming from the insufficient control management is implemented, but also the company is prepared for further profitable growth.

Key words

The Production control system, tool-room, single-part production, ERP system, CAD/ CAM software.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

RYŠAVÝ, J. *Systém řízení výroby*. Brno 2015. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 73 s. 5 příloh. Vedoucí diplomové práce Ing. Karel Osíčka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Systém řízení výroby** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

29. 5. 2015

Datum

Bc. Jan Ryšavý

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Karlovi Osičkovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování diplomové práce.

OBSAH

ABSTRAKT	3
PROHLÁŠENÍ	5
PODĚKOVÁNÍ.....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 SOUČASNÝ STAV	10
1.1 Představení firmy.....	10
1.2 Aktuální stav a blízká budoucnost.....	11
1.3 Řízení výroby a struktura vedení.....	12
1.4 Problémy způsobené nedostatky v řízení výroby	13
1.5 Důvody pro změnu	14
1.6 Požadavky na systém řízení výroby a plánování.....	14
2 TEORETICKÝ ROZBOR MOŽNOSTÍ	16
2.1 Základní pojmy.....	16
2.1.1 Výroba a její řízení	16
2.1.2 Metody řízení a optimalizace výroby	17
2.1.3 Projektové řízení.....	22
2.2 Informační systémy	23
2.2.1 Podnikové informační systémy – ERP	23
2.2.2 IS v zakázkové strojírenské výrobě	26
2.2.3 Přehled IS pro zakázkovou strojírenskou výrobu.....	27
2.3 Kvalita a řízení kvality	35
2.3.1 Normy pro řízení kvality	35
2.3.2 Praktická aplikace řady norem ISO 9000	36
2.4 Další řešení pro řízení a optimalizaci výroby	36
2.4.1 Řízení výroby mimo IS	36
2.4.2 Konstrukční programy	37
2.4.3 Správa konstrukčních dat a průvodních dat.....	42
2.4.4 CAM programy	44
2.4.5 Komunikace interní a externí	48
2.4.6 Úprava pracovišť a výrobních prostor	48
2.4.7 Číslování výrobní dokumentace	49
3 NÁVRH ŘEŠENÍ.....	50
3.1 Cíle	50

3.2 Specifikace systému řízení výroby	51
3.2.1 Varianty řízení výroby	51
3.2.2 Výběr IS a implementace	51
3.2.3 Výběr CAD, CAM a správa dokumentace.....	52
3.2.4 Číslování	52
3.3 Návrhy na odstranění problémů	53
3.3.1 Řízení výroby:.....	53
3.3.2 Konstrukce:	54
3.3.3 CNC frézování:	54
3.3.4 EDM pracoviště:	54
3.3.5 Broušení na plocho:	55
3.4 Přehled stávajících a nových pozic	56
4 DETAILNÍ VYPRACOVÁNÍ.....	57
4.1 Organizační struktura	57
4.1.1 Popis jednotlivých pozic	58
4.2 Schéma řízení výroby.....	60
4.3 Popis jednotlivých kroků	61
4.3.1 Poptávka, nabídka, objednávka.....	61
4.3.2 TPV	61
4.3.3 Výroba.....	62
4.3.4 Sklad, expedice, doprava a fakturace	62
4.4 Manažerské nástroje.....	63
5 DISKUZE A EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ	64
ZÁVĚR	67
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	68
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	72
SEZNAM OBRÁZKŮ	73
SEZNAM TABULEK.....	73
SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

Tato diplomová práce se zaměřuje na návrh systému výroby firmy zabývající se kusovou výrobou, tedy nástrojárny tak, aby bylo možné zvýšit zisk a kvalitu vyráběných dílů. Hlavním důvodem k popsání a prozkoumání této problematiky je skutečnost, že systém řízení výroby pro kusovou výrobu, není nikde popsán tak, aby bylo možné ho pouze upravit pro potřeby firmy. Systém tedy bude navrhnut pro konkrétní firmu, která se zásadně rozšířila a bez řádného způsobu řízení a organizace se snižuje její produktivita.

Návrhem vhodných úprav a změn v řízení se dosáhne především snížení ztrátových časů a zkvalitnění výrobků. Zároveň vzroste spokojenost zákazníků a zvýší se produktivita celé firmy.

Celý systém výroby musí být propracovaný, a to na úrovni ekonomické, informační a technické. To znamená začlenit do systému řízení informační systém a pevně nastavit tok výrobku firmou od cenové poptávky přes výrobu až po jeho následnou expedici. Tento výrobní proces musí pokrýt alespoň 95 % problémů a výjimek tak, aby pracovník firmy nebyl nucen řešit každý problém individuálně [2, 3].

V současné době, tedy v době globální konkurence je tlak na cenu čím dál tím vyšší, a proto je nutné hledat úsporná opatření. Faktem je, že firmy z vyspělých států nemohou konkurovat hodinovou sazbou méně vyspělým státům, a proto jsou nuceny zvolit jiný přístup k výrobě daného výrobku s využitím modernějších a dražších technologií pro výrobu součástí s tím, že tento proces je oproti staré technologii kvalitnější, kratší a levnější [1, 2,3].

Pro snížení nákladů je nutné optimalizovat (zefektivnit) celý výrobní proces tak, aby při dané kvalitě podle zadání bylo možné součást vyrobit s minimálními náklady nebo minimálně s náklady srovnatelnými s konkurencí. V sériové a hromadné výrobě je možné tento proces značně vylepšit či téměř dovést k dokonalosti. Problém nastává v okamžiku, kdy se jedná o zakázkovou (kusovou) výrobu s velkým rozptylem typů a velikostí součástí, navíc z různých materiálů.

Kusová výroba vyžaduje zvláštní přístup ke každému jednotlivému výrobku. Z tohoto důvodu je nutný specifický přístup k plánování a řízení výroby. Protože ovšem současná zakázková výroba není pouze o ceně, ale také o čase od objednání až k dodání, zákazník je ochoten si připlatit za rychlé dodání výrobku.

Nabízí se tedy dvě varianty, jak soutěžit se zdánlivě levnější konkurencí. Jedním způsobem může být snížení ceny a druhou zase rychlost dodání. Jako nejvhodnější se jeví systém řízení navržený tak, aby byl schopen obojího.

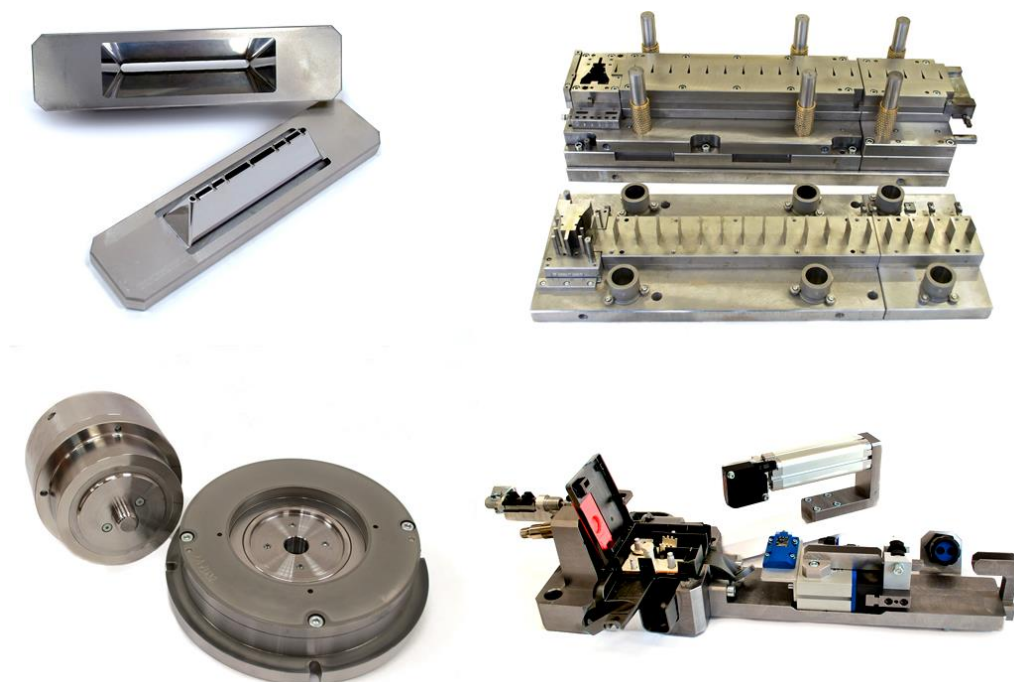
1 SOUČASNÝ STAV

Na počátku řešení dané problematiky je nutné určit aktuální stav firmy, vytyčit hlavní problémy a určit jak k nim došlo. Také je nutné se zamyslet nad tím, jakým směrem se firma v současné i budoucí době bude ubírat. S tím souvisí následné změny a požadavky na funkci a komplexnost systému plánování a řízení výroby.

1.1 Představení firmy

Firma Nástrojárna Ryšavý byla založena před cca 25 lety jako rodinná firma. Postupem času s nároky zákazníků rostla i firma. Do roku 2010 měla firma 16 lidí v prostorech o rozloze cca 300 m², které začaly být nedostatečné. V roce 2012 se tedy firma přestěhovala do nových prostor o rozloze 1 300 m². Došlo k rozšíření strojového parku a celkového vybavení firmy a k navýšení tak potřebné kapacity pro výrobu [4].

Firma se zaměřuje na výrobu lisovacích nástrojů pro plošné tváření, kontrolní a svařovací přípravky, přesnou výrobu dílů včetně oprav a údržby nástrojů (viz obr. 1).



Obr. 1 Ukázka produktů [4].

Přibližně 20 % výroby tvoří součásti, jejichž výroba se několikrát ročně opakuje (např. 2x za rok po 4 ks) nebo výroba nástrojů, které mají stejný základ, ale jiné vnitřní díly (tzn. normálie, stojánek, vodící sloupky a pouzdra jsou stejné, pouze funkční vnitřní součásti se liší). Zbytek výroby tvoří výrobky, které se vyrobí pouze jednou (popřípadě se opakují po několika letech), většinou množství 1 až 2 kusů.

1.2 Aktuální stav a blízká budoucnost

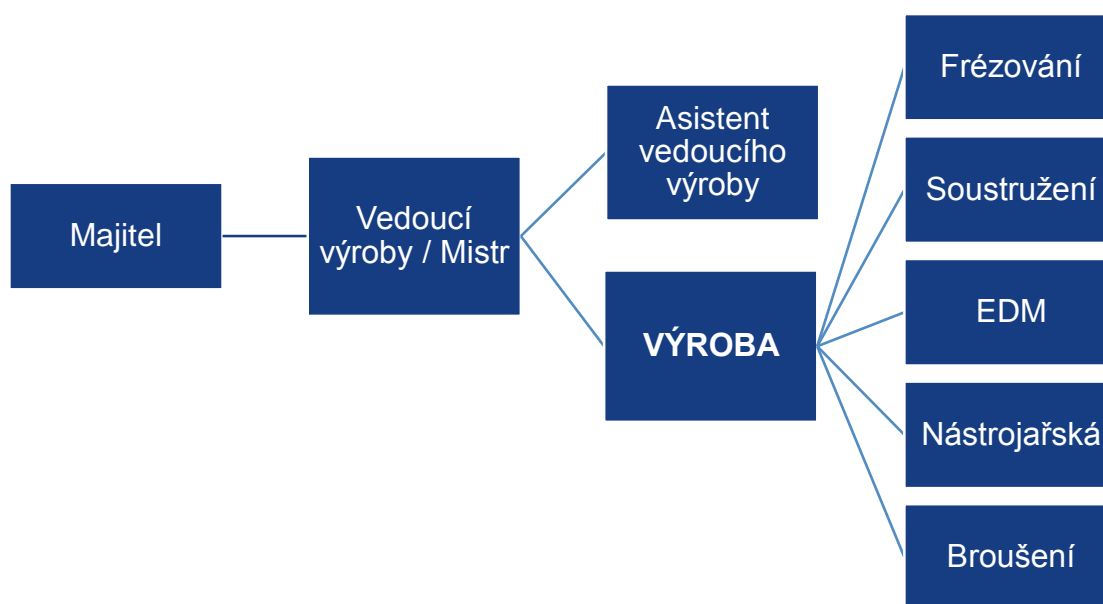
Po přestěhování do nových prostor se proces výroby po 2 měsících ustálil. V současné době se chyby ve výrobě a řízení již začínají projevovat a firmu v nejbližší budoucnosti, tj. v průběhu 1 až 3 let, čekají již plánované investice do nákupu nových strojů. Tyto investice musí být všechny provedeny a dokončeny do srpna roku 2015, jinak by firma mohla přijít o přidělené dotace z Evropské Unie (viz tab. 1).

Tab. 1 Přehled dotačních projektů, aktuálního vybavení firmy a budoucích investic.

Přehled dotačních projektů			
Rozvoj ICT			
Rozvoj I.			
Rozvoj II.			
2012 – Současný stav	2013	2014	2015
Přehled strojního vybavení			
1x Pila 3x Konvenční frézka 1x Vytvářecí stroj 1x Konvenční soustruh 1x CNC soustruh 2x CNC frézovací centrum 1x Vrtačka startovacích otvorů 2x EDM Drátová řezačka 2x BPH 1x Hrotová bruska 1x Kombinovaný měřicí přístroj (dotek + profilometr)	<u>NÁKUP</u> 1x CNC soustruh 2x EDM Drátová řezačka PRODEJ 1x EDM Drátová řezačka 1x Konvenční frézka	<u>NÁKUP</u> 1x 5-osé frézovací centrum 1x 3-osé frézovací centrum	<u>NÁKUP</u> 1x Pila 1x CNC BPH 1x CNC hrotová bruska 1x Vrtačka startovacích otvorů PRODEJ 1x Vrtačka startovacích otvorů
Přehled hardwarového vybavení			
2x Workstation PC	<u>NÁKUP</u> 2x Workstation PC 1x Aplikační server 1x Datový server	<u>NÁKUP</u> 2x Workstation PC 1x Notebook for CAD	<u>NÁKUP</u> 1x Workstation PC
Přehled softwarového vybavení			
2x Briscad (2D) 1x WireCut 1x CAD software	<u>NÁKUP</u> 2x CAD software 1x Informační systém pro řízení výroby a ekonomiky	<u>NÁKUP</u> 2x CAD software 1x CAM software 1x Mastercam	<u>NÁKUP</u> 2x CAD software 1x CAM software

1.3 Řízení výroby a struktura vedení

Po přestěhování do nových prostor je struktura řízení výroby (viz obr. 2) nedostačující. Celá výroba je řízena jedinou osobou, a to vedoucím výroby, který je zároveň mistrem. Výrobu řídí pouze pomocí psaných poznámek a s asistentem. Asistent objednává vstupní materiál podle podkladů od vedoucího výroby a zařazuje objednávky. Pro řízení provozu o 16 výrobních pracovnících již začalo být toto řešení nedostačující a firma začala ztrácet na produktivitě. Jednak začalo docházet k neplnění termínů a také ke kolísání kvality výrobků, což se negativně projevilo vyšším počtem neshodných výrobků.



Obr. 2 Struktura řízení výroby.

Pro řízení výroby je nutné znát přesné ekonomické podklady. Protože v současné době má firma pouze účetní pro fakturaci a zbytek účetnictví a ekonomiky je zajišťován externě. Aktuální ekonomický stav firmy je viditelný, až v momentě, kdy je již pozdě potenciální problém ovlivnit nebo zcela eliminovat.

Jedním z dalších vážných problémů je nezastupitelnost pracovníků firmy. V případě absence jednoho pracovníka podniku, může dojít ke zpoždění nebo neschopnosti dodat výrobek. K tomuto problému se i vztahuje fakt, že někteří zaměstnanci musí ovládat více pozic a pokud při výrobě dojde k plnému vytížení obou pracovních pozic, pak je zaměstnanec přetížený, nestíhá výrobu (ta se kvůli tomu zpomaluje) a vzniká tzv. úzké hrdlo. Dochází poté také k přepracovanosti a nepozornosti dělníka, která vede k vyšší zmetkovitosti. Několik příkladů pro pochopení tohoto problému:

- Majitel firmy řídí firmu jako celek, ale zároveň dělá konstruktéra a metrologa pro reverzní inženýrství. Pokud je nutné vytvořit konstrukci několika nástrojů, změřit rozbitý díl (např. matici) a vytvořit data pro díl a navíc se věnovat řízení společnosti, pak je jisté, že některá z těchto povinností nabere zpoždění nebo nebude řádně vykonána.

- Vedoucí EDM pracoviště (drátové řezání a hloubení), který se stará převážně o elektroerozivní hloubení a složité 4-osé řezání, navíc dělá konstruktéra a v případě nutnosti zaskakuje za brusíče. Jedná se tedy o stejný případ jako výše.

1.4 Problémy způsobené nedostatky v řízení výroby

Nedostatečné řízení výroby a prostředky k řízení způsobují vážné problémy napříč výrobou a ohrožují plynulost výroby, kvalitu výrobků a termín dodání.

Toto jsou nejzávažnější nedostatky:

- **Nemožnost plánování výroby:** Protože chybí celkový přehled o rozpracovanosti a průběhu výroby výrobků, nelze začít plánovat výrobu a tedy navrhnout reálné termíny. Z tohoto důvodu také vzniká kolísání kapacitního vytížení výroby, a to jak přetížením, tak i nedostatkem práce na některých pracovištích.
- **Zpoždění výroby:** Špatným zaplánováním a nedostatečným technologickým postupem dochází k prodloužení doby dodání, což může vést ke zrušení objednávky zákazníkem nebo ke ztrátě důvěry v dodavatele. V časném dodání podle potvrzení objednávky je důležité dodržet.
- **Prodrazování výroby:** Kvůli zvýšené zmetkovitosti a nutnosti pracovat přesčas, a to z důvodu dodržení termínu dodání nebo snížení zpoždění, dochází ke zbytečnému prodrazování výroby. Toto prodražení neplatí zákazník, ale jde buď ze zisku společnosti, nebo se výroba součástí stává prodělečnou.
- **Výrobní prostoje:** Nedostatečnou přípravou výroby před jejím zahájením dochází až při výrobě ke zjištění nedostatků (např.: nekompletní výrobní dokumentace, přehlédnutím chyb při výrobě v předchozích operacích, atd.). Pro odstranění těchto nedostatků je nutné přerušit výrobu nebo počkat na úpravu výrobních dat. V obou případech však dochází k prodloužení výrobního času a tedy i k finanční ztrátě.
- **Nezastupitelnost:** Sice se nejedná přímo o problém řízení výroby, ale i přesto přímo ohrožuje plynulost výroby. Pokud by pracovník, který je nezastupitelný, byl nepřítomný v práci, pak by to znamenalo zastavení výroby všech součástí, které musí projít tímto pracovištěm. Výborným příkladem je jediný pracovník u CNC frézovacích obráběcích center. Jelikož v současné době probíhá programování na CNC strojích pouze manuálně, v případě absence tohoto pracovníka, pak by tyto CNC stroje nepracovaly.
- **Nestálé finanční cash flow:** Kvůli zpoždění ve výrobě a kompletaci zakázek dochází k nestálému toku peněz a firma musí v dílech, které dodává třetí strana, držet finance, které by mohla využít pro jiné investice. Kvůli nestálosti finančního toku lze velice špatně plánovat nové investice.

I přes veškerý výčet těchto problémů firma ekonomicky prosperuje a dále roste. Nicméně při dalším rozšiřování výroby by tyto problémy mohly ohrozit stabilitu celé

firmy. Proto je nutné je podrobně analyzovat a navrhnout vhodná řešení dříve než dojde k dalšímu rozšíření výroby.

1.5 Důvody pro změnu

Zavedení nového systému řízení výroby není snadné a bude firmu stát spoustu času a finančních prostředků, proto je vhodné uvést, co společnost vede k tomuto rozhodnutí a co tímto krokem může získat (viz obr. 3).

Prvním a jasným důvodem pro změnu je vyřešení veškerých problémů vznikajících ve výrobě (viz předchozí kapitola), respektive snížení vzniku těchto problémů. Stabilizace výroby povede ke snížení nákladů na výrobu a ke zvýšení zisku firmy, tedy k vyšší produktivitě, a samozřejmě i ke zvýšení kvality.



Obr. 3 Hlavní důvody pro zavedení nového systému výroby.

Firma neustále čelí požadavkům zákazníků na navýšení výrobních kapacit. Pokud ovšem bude systém řízení výroby nestabilní, pak vše povede pouze k chaosu a přinese to více škody než užitku. Po ustálení výroby a vytvoření pevné základny lze následně uvažovat o další expanzi firmy a navýšení výrobních kapacit. To nemusí nutně znamenat nákup nových strojů a zařízení do firmy. Firma momentálně pracuje pouze na jednosměnný provoz s přesčasy, a proto by bylo vhodné nejprve zvážit vícesměnný provoz. Při vyladění celého systému výroby lze zavést druhou směnu s minimálními náklady navíc.

1.6 Požadavky na systém řízení výroby a plánování

Co je myšleno návrhem systému řízení výroby? Jedná se o rozsáhlý rozbor všech možných prostředků a zásad, jenž lze uplatnit ve výrobním procesu. To zahrnuje celý proces, kterým výrobek musí projít, a to od poptávky přes konstrukční návrh až po expedici k zákazníkovi a ekonomické výsledky.

Většinu řízení výroby lze pokrýt pomocí správně nastaveného a integrovaného informačního systému, některé věci je nutné nastavit pomocí předpisů a správného

zaškolení zaměstnanců. Některé další záležitosti výroby lze provést správným výběrem různých programů, od programů pro konstrukční návrhy a programování až po správu dat a vnitřní komunikaci ve firmě.

Několik aspektů, které je nutné prozkoumat a navrhnout nové nebo upravit stávající řešení:

- volba informačního systému,
- zvýšení kvality a její kontrola,
- konstrukční a programovací systém,
- nalezení a odstranění úzkých míst ve výrobě,
- správa dat,
- navržení ideálního toku produktu výrobou.

2 TEORETICKÝ ROZBOR MOŽNOSTÍ

Pro správný návrh systému řízení výroby je vhodné si přiblížit a prostudovat veškeré možnosti, které jsou vhodné pro řešení daných problémů. Velmi dobrým příkladem je výběr CAD programu. V tomto případě není vhodné se zaměřit na jeden jediný program, ale vyzkoušet i jiné, které se mohou ukázat jako vhodnější řešení pro potřeby firmy.

Návrh systému řízení není jen o výběru programu a jeho funkci, ale také je nutné znát zvyky a potřeby podniku a aktuální stav výroby. Tento stav se poté analyzuje, odhadnou veškerá slabá místa a navrhne zlepšení.

2.1 Základní pojmy

Před jakoukoliv optimalizací výroby a jejího řízení je vhodné si přiblížit její teorii a princip fungování výroby a v neposlední řadě také metody řízení.

2.1.1 Výroba a její řízení

Výrobu lze popsat jako přeměnu výrobních prostředků na hmotné (předměty vyrobené pro směnu nebo spotřebu) či nehmotné (služby, po kterých je poptávka) statky. Výrobu lze členit podle množství a počtu druhů výrobků na kusovou, sériovou a hromadnou. Největším rozdílem je velikosti sérií produktů a také v uspořádání a využívání výrobních prostředků [3, 5, 6].

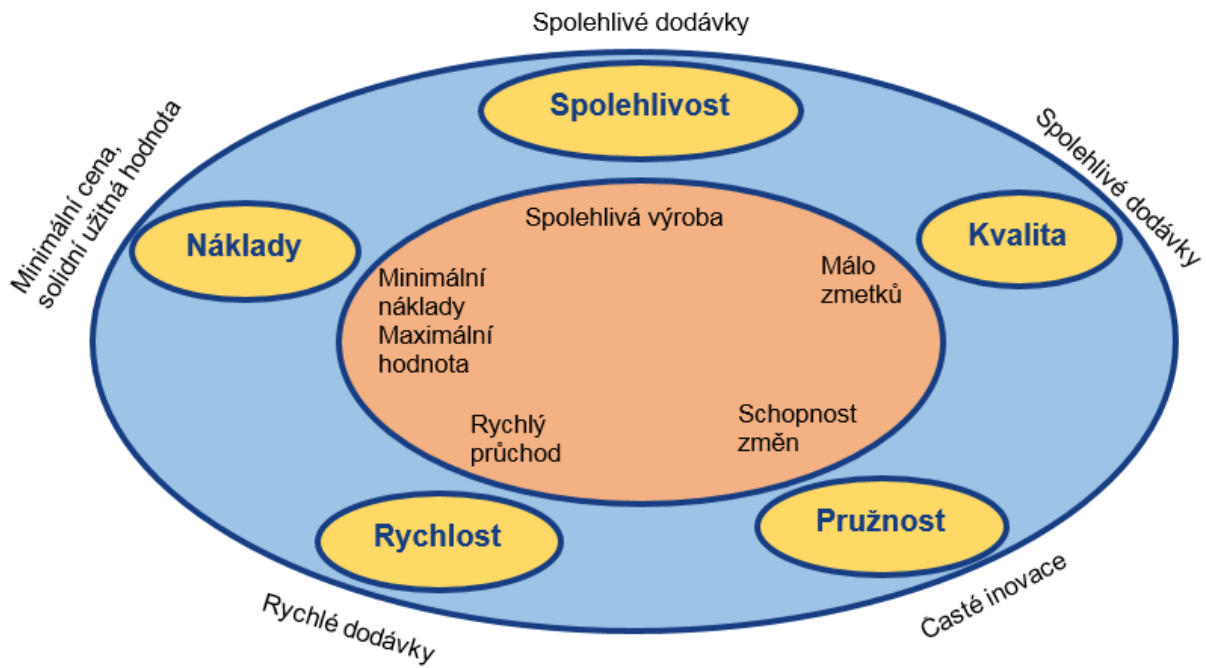
Tab. 2 Popis jednotlivých druhů výroby [3, 5, 6].

Druh	Charakteristika	Stroje	Kvalifikace pracovníků	Příklad
Kusová	Velký počet druhů v malém množství	Univerzální	Vysoká	Elektronový mikroskop
Sériová	Méně druhů a větší počet	Víceúčelové specializované stroje	Nízká	Lednice, automobil
Hromadná	Enormní množství jednoho druhu výrobku	Automatizované výrobní linky	Nízká	Šrouby, žárovky, hřebíky

Řízení výroby je činnost, která optimalizuje využití výrobních zdrojů (výrobní systém) tak, aby směřovaly k výslednému produktu. Výrobním systémem se rozumí všechny zdroje účastníci se výroby, a to výrobní prostory, výrobní stroje a zařízení, energie, pracovníci, rozpracované a hotové zakázky a odpady. Při řízení je nutné koordinovat činitele účastníci se výrobního procesu, a to z hlediska časové návaznosti operací [6, 7, 8].

Cílem řízení výroby je tedy dosažení výrobků vysoké úrovně a kvality podle požadavku zákazníka za nejnižší možnou cenu, doručení v termínu, rychlá reakce na

změny, zvyšování konkurence schopnosti a optimální využívání výrobních zdrojů. Mezi další jednotlivé cíle řízení výroby lze zařadit vysokou pružnost výroby (schopnost rychle a kvalitně reagovat na požadavky zákazníka jako např. funkce, cena, kvalita, množství nebo termín dokončení), snižování rozpracované výroby, vysoká produktivita, plynulost a rychlost materiálových toků, zkrácení doby výroby a efektivní využití volných kapacit [3, 6, 7, 8, 10].



Obr. 4 Vnitřní a vnější význam cílů a kritérií výroby [5, 6].

2.1.2 Metody řízení a optimalizace výroby

Procesní řízení a navazující optimalizace procesů se staly standardní součástí strategických přístupů k řízení výroby. Vedoucí i řadoví zaměstnanci se zaměřují na fungování současných procesů. Své zkušenosti promítají do zlepšení a návrhů změn, od kterých očekávají, že přinesou podniku prospěch, a to formou spokojenosti zákazníků, zvýšeným podílem na trhu a lepším hospodařením uvnitř firmy. Tyto metody se dělí do dvou skupin, a to na tlačné (z angl. Push) a tažné (z angl. Pull). Tlačné metody řízení výroby se zaměřují na začátek výrobního procesu a patří sem metoda MRP, MRP II. Tažné systémy se naproti tomu soustředí na koncový bod procesu, tedy na uspokojení zákazníka. U tažných systémů tedy dochází pouze k výrobě součástí, které požaduje trh (na které je poptávka). Do tažných systému patří JIT, Kanban, Lean Management a další [5, 9].

Material Requirement Planning (MRP), Material Resource Planning (MRP II)

Tato metoda (MRP) plánování a řízení výroby vznikla nejprve pouze pro plánování toku materiálu. Nahradila zastaralé objednávání norem, protože se začalo objednávat podle aktuální potřeby výroby. Časem k metodě přibýlo i kapacitní plánování. Jedním z problémů ovšem bylo, že metoda vycházela pouze z hrubého rozvrhu výroby a pokud nastaly odchylky ve výrobě, pak došlo ke zvyšování skladových zásob. Proto vzniklo vylepšení této metody s názvem Closed Loop MRP. Toto vylepšení doplnilo

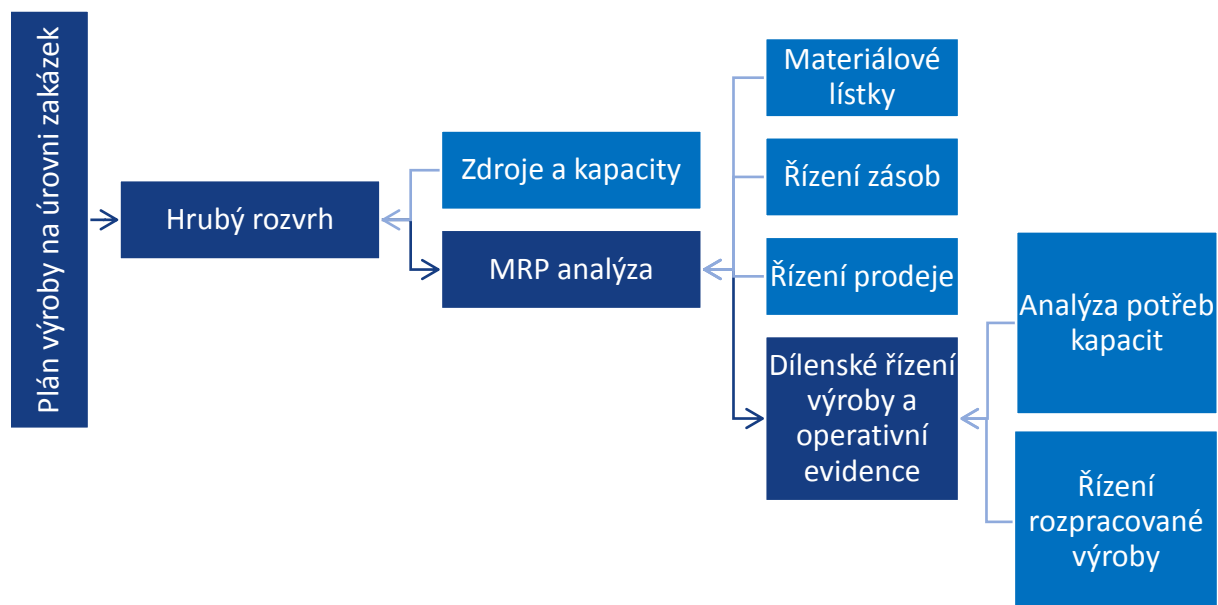
zpětnou vazbu mezi plánováním a aktuálním postupem ve výrobě. Po přidání ekonomických, finančních a dalších modulů do Closed Loop MRP došlo k vytvoření MRP II (viz obr. 5). Tato metoda plánování a řízení výroby se používá převážně pro zakázkovou kusovou a malosériovou výrobu obsahující složité výrobky [3, 5].

Výhody:

- komplexní výrobky,
- snížení vázanosti oběžných prostředků,
- úspora nákladů na pořizování a udržování zásob.

Nevýhody:

- citlivé na vstupní data (pracnost výrobku) a poruchy ve výrobě,
- počítá s neomezenými kapacitami,
- nutnost ruční úpravy zaplánování.



Obr. 5 Struktura MRP II. Poznámka: Tmavě modře hlavní struktura a světle modře moduly vstupující do jednotlivých modulů hlavní struktury [5].

Just in Time (JIT)

Jedná se o moderní přístup k organizování logistického řetězce (zákazník – výrobce – dodavatel) ve výrobním podniku a samozřejmě ji lze využít také pro řízení výroby. Principem této metody je vyrábět pouze nezbytné množství výrobku v kvalitě, které je požadována, v požadovaném množství a nejpozději v termínu dodání [3, 5].

Výhody:

- eliminace pěti základních druhů ztrát (z nadprodukce, čekání, dopravy, udržování zásob a nekvalitní výroby),

- důraz na minimalizaci rozpracovanosti,
- výroba je řízena aktuální poptávkou,
- redukce seřizovacích času,
- důraz na vysokou kvalitu,
- stabilizace pomocí rezervních kapacit (popřípadě pomocí přesčasů),
- jednodušší řízení a snížení režijních nákladů.

Nevýhody:

- úzký rozsah výrobků,
- vysoké náklady na implementaci,
- přínosy se dostaví až po čase.

Optimized Production Technology (OPT)

Metoda se zaměřuje na optimalizaci toku výrobků, a to za pomoci vyhledávání tzv. „úzkých míst“. Tato místa určují výkonnost výrobního systému jako celku. Zvyšováním kapacity těchto míst dojde i ke zvýšení kapacity celého systému. Vyhledávání úzkých míst se musí neustále opakovat, protože po provedení úprav se přesune úzké místo na jiné pracoviště [3, 5, 6].

Výhody:

- vyhledávání a eliminace úzkých míst,
- široké možnosti přizpůsobovat plánování zadaným kritériím.

Nevýhody:

- vstupní data musí být velice přesná,
- závislé na výpočetní technice.

Kanban

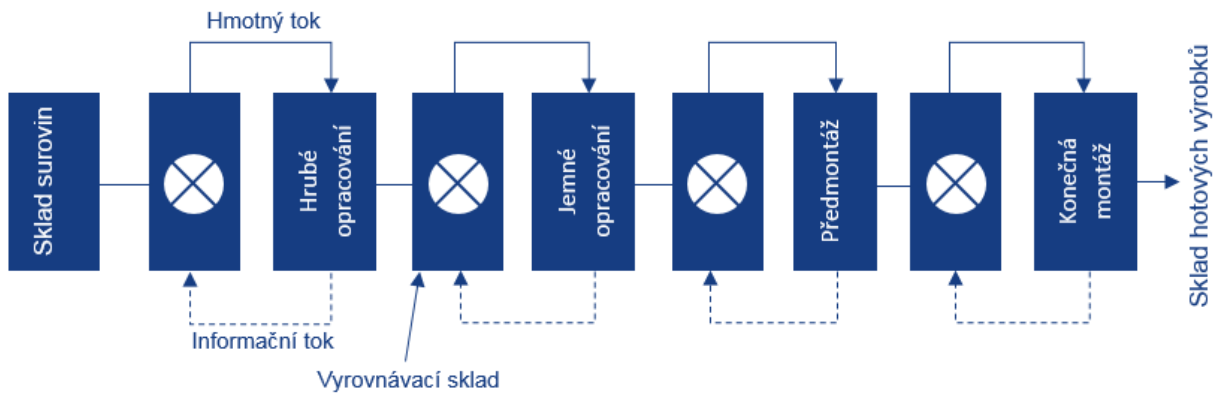
Kanban se řadí mezi revoluční způsoby pro řízení výroby vyvinutý firmou Toyota. Kanban znamená v japonštině lístek nebo také karta. Metoda vrací řízení výroby zpátky do provozu, kde se přizpůsobuje přísunu materiálu okamžitým výrobním požadavkům [3, 5, 12].

Výhody:

- vysoký stupeň opakovatelnosti výroby,
- zjednodušení řízení výroby,
- řízení podle potřeb výroby.

Nevýhody:

- nevhodné pro kusovou výrobu,
- nutný vyškolený a motivovaný personál.



Obr. 6 Systém Kanban s informačními a materiálovými toky [3].

Kaizen

Kaizen znamená zlepšování, do kterého je zapojen každý od vedení společnosti až po dělníky. Tento způsob tedy vychází z neustálého zlepšování procesů a činností včetně lidí a jejich komunikace a spolupráce. Vybízí k neustálému hledání a odstraňování plýtvání [9, 11].

Výhody:

- okamžité řešení příčin problému a jeho odstranění,
- zapojení všech pracovníků dochází k vyšší spokojenosti,
- zlepšování především výrobních procesů.

Nevýhody:

- při nesprávném nasazení dochází k nespokojenosti a přepracovanosti zaměstnanců,
- metoda je postavena na upřímnosti a důvěře mezi zaměstnanci.

Lean management

Strategická metoda řízení a optimalizace výroby Lean neboli tzv. „Štíhlá výroba“ se zaměřuje na neustálé zlepšování výroby a eliminaci plýtvání. Základ metody je jednoduchý a přímočarý až podobný logickému myšlení a tzv. „selskému rozumu“, a to hlavně v aplikaci systematického pořadí a metodologické aplikaci na výrobní proces. Při aplikaci Lean se dbá na několik principů, a to určení hodnoty pro zákazníka, zjištění činností, které vytváří následnou hodnotu, řízení potřebami zákazníka a neustálá potřeba o dosažení dokonalosti. Ovšem ke zlepšování nedochází najednou, ale v malých krocích a celkového zlepšení je dosaženo postupně [5, 9].

Aplikace Lean se používá tam, kde je nutné dosáhnout vyšší výkonnosti procesů nebo zkrácení termínu dodání, dále na trhu, kde je silná konkurence v oblasti ceny a kvality výrobků, dále snížení nákladu pro výrobu a rychlejší návrat kapitálu nebo zvýšení hodnoty firmy prostřednictvím zlepšení kvality produktů [9].

Principem metody je popsat jednotlivé činnosti, které k tvorbě hodnoty přispívají přímo a činnosti, které přímo nepřispívají a nejsou potřebné (viz

tab. 3). Po provedení rozdělení je položen základ tomu, aby bylo plýtvání odstraněno nebo maximálně sníženo. Dále se lze zaměřit na zlepšování podstatných procesů a tím zlepšit jejich efektivitu a kvalitu [3, 9].

Tab. 3 Přehled a popis plýtvání [9].

Druh	Popis	Příklad
Čekání	Vyskytuje se v každém procesu, a to jak výrobním, tak administrativním.	Dlouhý schvalovací čas, čekání na důležité informace pro výrobu, pozdní příchody na jednání.
Nadvýroba	Při vyrábění nadměrného množství může dojít k jeho nespotebování a vložený kapitál bude ztracen.	Výkony úkolů a prací, které nikdo nevyžaduje, nadměrné rozesílání e-mailů.
Přepřepřování	Přetěžováním může dojít k únavě a nepozornosti a tím je možnost vzniku zmetku nebo nekvalitní práce se zvýší.	Chybné nebo chybějící informace, překlepy a matoucí dokumenty a návody.
Pohyb	Tento typ plýtvání se objevuje formou nadměrného pohybu.	Pracovní cesty, které lze vyřídit po telefonu, opakované hledání složek.
Přemíst'ování	Vzniká při nepromyšleném přemíst'ování objektů potřeby z místa na místo nebo nejsou na místě, kde mají své místo.	Přepravování dokumentů a různých podkladů, nevracení sdílených pomůcek na původní místo.
Zpracování	Vzniká při opakovaných činnostech, např. při přečtení došlé zprávy a místo rychle odpovědi a vyřízení se přesune vyřízení na později, kdy dojde k opakovanému přečtení zprávy.	Nejasné popisy pracovních procedur, velké množství schvalovacích úrovní, opakované čtení e-mailů.
Skladování	Většinou vzniká, když je nutné vytvořit tzv. kritickou zásoby, protože by mohlo dojít ke zpoždění dodávky od dodavatele.	Uchovávání nepotřebných dat, fronta položek ke schválení, nadbytečné údaje.
Intelekt	Tento typ plýtvání nastává, pokud je opakující se práce vykonávána osobou s vyšší kvalifikací, než je nutné, protože nebyla řádně zpracovaná dokumentace.	Práce je prováděna osobou s vyšší kvalifikací, protože neexistuje spolehlivá dokumentace a pomůcky

Výhody:

- zvýšení kvality,
- neustále zlepšování v malých krocích,
- eliminace plýtvání.

Nevýhody:

- Nutnost přesně znát a rozumět optimalizovanému procesu.

2.1.3 Projektové řízení

Projektové řízení zajišťuje rozvržení a realizaci většinou složitých a zpravidla jednorázových změn, které je nutné provést v daném termínu s určitými náklady a tak, aby došlo ke splnění zadaných cílů. Projekt je hlavním předmětem projektového řízení [13, 14].

Problémy vhodné pro řešení pomocí projektového řízení [13, 14, 15]:

- vývoj nebo inovace a rekonstrukce výrobků,
- zavádění nových technologií,
- **návrh a integrace informačního systému,**
- generální opravy strojů,
- uskutečnění podnikatelského záměru,
- příprava a výroba v kusové výrobě,
- zavádění a optimalizace řízení výroby.

Pro úspěšnou realizaci projektů se v projektovém řízení využívá několik principů, a to systémový přístup, procesní přístup, systematický přístup, použití přiměřených prostředků, týmová spolupráce a využití počítačové podpory [13].

Jako systémový přístup lze chápat způsob myšlení nebo řešení problémů, ve kterém se na celý projekt nahlíží komplexně, a to ve vnitřních i vnějších souvislostech. Pro správné fungování společností je nutné řídit množství na sobě závislých procesů, kdy často výstup jednoho procesu je vstup do druhého procesu. Rozeznání a řízení těchto procesů se nazývá procesní přístup. Systematický přístup se využívá pro řešení problémů v projektech, kdy postup řešení problému je: rozbor a určení problému, návrh několika řešení, výběr nejvhodnější varianty, zpracování plánu a následná realizace. Při řízení projektů existuje celá řada nástrojů od jednoduchých až po složité, ovšem je nutné zvolit optimální metodu pro řešení daných problémů, tak aby se jednoduchý projekt zbytečně nekomplikoval nebo naopak. Týmová spolupráce je při řešení projektů významná, protože jeden člověk nemůže disponovat všemi potřebnými znalostmi a dovednostmi. Při správné týmové komunikaci dojde k odstranění problémů, které způsobují řadu potíží v projektu. Počítačová technika je v současné době standardem, pomáhá a ulehčuje složité i jednoduché úkoly. Při správné volbě nástrojů se celé řízení projektů velmi zjednoduší [13, 14, 16].

Pro správné provedení projektu je nutné správně a vhodně definovat cíle a rozsah prací [13, 14]:

- souhrn: jedná se o krátký popis projektu, o jeho přínos a důvod realizace,
- rozsah projektu: popis, co vše má projekt obsahovat a neobsahovat včetně specifikací,
- rámcový časový harmonogram: obsahuje významné události projektu, ve kterých se měří rozpracovanost produktů, tedy tzv. milníky,
- rozpočet: předpokládaná cena,
- klíčové předpoklady: okolnosti, které mají na projekt významný vliv,
- akceptační kritéria: popis a definování kritérií pro závěrečné posouzení kompletnosti a funkčnosti díla.

2.2 Informační systémy

Informační systém (IS) lze definovat jako systém vzájemně propojených informací a procesů, které zpracovávají vstupní informace a přeměňují je na informace ze systému vystupující. Celkovou funkci IS tvoří také objekty, které jsou na systému závislé nebo které systém ovlivňují. Informační systém lze tedy definovat jako softwarové vybavení firmy, které je na základě zpracovaných informací schopné řídit procesy podniku nebo poskytnout data řídicím pracovníkům, tak aby bylo možné plánování, koordinace a kontrola procesů ve firmě [3, 5, 19].

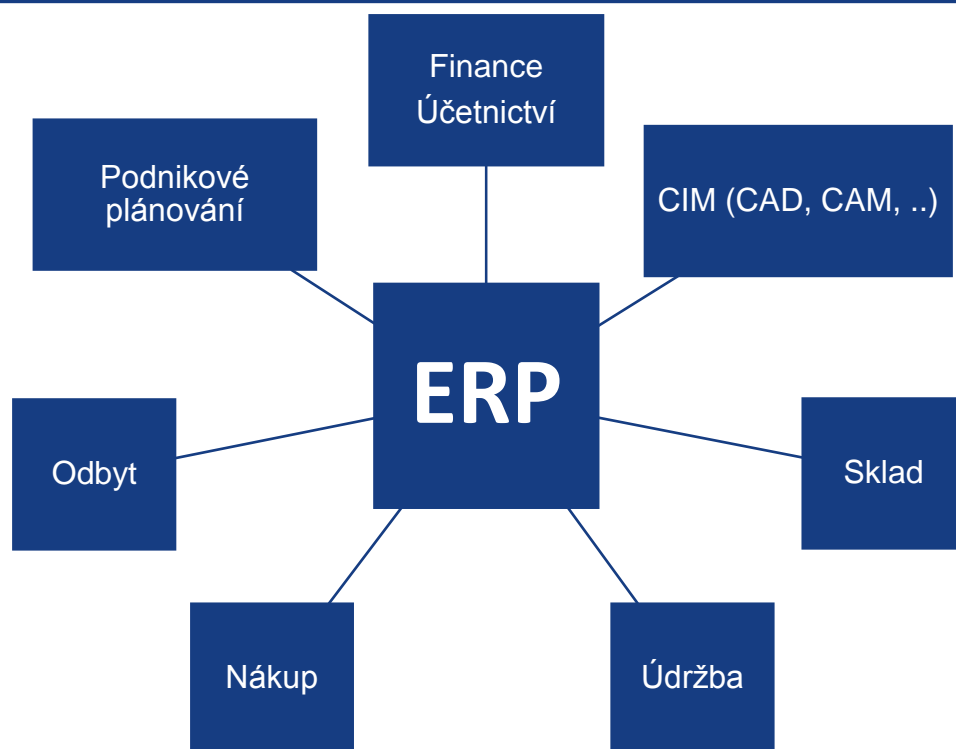
Důvody pro IS [17]:

- zrychlující se dynamika trhů a výrobních technik,
- globalizace trhu a volný přístup k informacím,
- nutnost informací o procesech a aktivitách uvnitř podniku,
- vysoká migrace zaměstnanců,
- poskytování nových služeb.

2.2.1 Podnikové informační systémy – ERP

Podnikový informační systém (ERP – Enterprise Resource Planning) obsahuje a automatizuje velký počet procesů, které souvisí s produkčními činnostmi podniku. Většinou se jedná o účetnictví, fakturaci, prodej, majetek, odbyt, údržbu, logistiku a výrobu (viz obr. 7). ERP lze formulovat jako informační systémy, prostřednictvím kterých je možné řešit plánování a řízení důležitých firemních procesů [18, 19].

ERP systémy slouží také ke zvýšení efektivity v procesech jako výroba, logistika, zakázkové zpracování, řízení ekonomiky a dalších [3, 5].



Obr. 7 Schéma vazeb ERP v podniku [3].

Klady ERP [17, 18, 19]:

- snížení chyb,
- centrální dostupnost informací,
- zefektivnění ekonomických procesů,
- zvýšení bezpečnosti,
- okamžité nebo rychlejší výstupy pro vedení firmy,
- zrychlení schvalování plateb,
- zvýšení konkurenceschopnosti.

Nedostatky ERP [17, 18, 19]:

- vysoká cena,
- další náklady v průběhu používání (školení, upgrade, apod.),
- závislost na dodávající firmě,
- náročná implementace.

Implementace neboli začlenění ERP do podniku není pouze o nákupu hardware a instalaci software, ale je nutné analyzovat stávající postupy a navrhnout nové postupy a řešení, popřípadě upravit stávající tak, aby bylo možné je využívat v informačním systému [18].

Stupně implementace ERP [18]:

1. studie proveditelnosti,
2. realizace,
3. testování,
4. akceptace,
5. nasazení.

Na počátku implementace je nutné vytvořit studii proveditelnosti. Ta zahrnuje odhad pracnosti a veškerou dokumentaci, která co nejpodrobněji popisuje obsah a rozsah plnění. Dále je nutné stanovit osoby, jak ze strany dodavatele, tak ze strany zákazníka, které budou spolupracovat při analýze, implementaci, apod. Spolupráce je velmi důležitá, protože čím lepší bude pochopení procesů uvnitř podniku dodavatelem, tím kvalitnější bude informační systém i bez větších zásahů do řízení firmy. Další fází je realizace. V této fázi je velmi důležité projektové řízení (viz kapitola 2.1.3), aby bylo dosaženo požadované funkčnosti v daném čase s minimálními náklady. Velmi důležité je také testování, kdy se testování musí účastnit obě strany, nejprve dodavatel a poté zákazník. Poslední fází je akceptace a nasazení, kdy se zhodnotí celý projekt a zkontrolují důležité milníky. Za úspěšnou realizaci integrace informačního systému lze považovat to, že personál firmy je proškolen a IS je aktivně využíván bez problémů [17, 18, 19].

Rizika zavádění ERP [17, 18, 19]:

- volba nesprávného dodavatele,
- výběr nevhodného systému,
- podcenění přípravy ze strany majitele a pracovníků managementu, to se projeví nejasně nebo špatně definovanými očekávanými cíli,
- nedostatečné zaškolení uživatelů, kteří se musí přizpůsobit novým postupům a popřípadě si osvojit práci s novými technologiemi,
- špatná nebo žádná motivace pro pracovníky, kteří pracují na implementaci a testování informačního podnikového systému.

Náklady na zavádění IS je možné rozdělit na jednorázové a provozní. Mezi jednorázové patří [17, 18, 19]:

- nákup hardwaru a softwaru,
- vložení dat do systému a tvorba rozhraní na existující řešení v podniku,
- úprava aktuálních procesů,
- úprava ERP systému na míru včetně speciálních úloh, úpravy obrazovek, sestav, formulářů a podobně,
- zaškolení personálu.

Mezi provozní náklady patří:

- údržba hardwarového vybavení (servery, počítačové rozvody),
- údržba software (aktualizace),
- uživatelská podpora.

Ze současných vazeb jsou pro výrobní podnik nejdůležitější vazby na oblast technické přípravy výroby (TPV). V TPV se připravují kusovníky, základní informace o položkách nebo tvorba technologických postupů. Pro finanční vyhodnocení je velmi důležité také provázání výrobních dat s ekonomickým systémem obsaženým v rámci ERP.

2.2.2 IS v zakázkové strojírenské výrobě

ERP systémy pro kusovou výrobu ve strojírenství se v posledních letech pomalu rozvíjí, ovšem prozatím neexistuje standard, který by obsahoval pokrytí technické přípravy výroby a sledování průběhu výroby včetně ekonomických modulů pro malé a střední podniky. Mnoho výrobců vyvíjí, testuje a implementuje více či méně propracovaná řešení do výrobních firem ve strojírenském průmyslu. Velký rozdíl je v systému řízení výroby a s tím spjatými moduly pro různé typy výroby (kusová, sériová a hromadná) a také ve velikosti firmy [18, 20].

Je samozřejmé, že použít stejný typ řízení výroby pro tyto rozdílné typy výroby a velikosti firem je nemožné. V hromadné a sériové výrobě je nutné přesně určit časy a postup výroby a s nimi i počítat například pro kapacitní plánování, ale pro kusovou výrobu je neekonomické přesně určovat přesný postup výroby a přesný čas výroby, protože by nakonec celé zadávání informací do IS mohlo být dražší než samotná výroba součástí [19].

Ve velkých firmách se řízení výroby věnují celé týmy, takže je jasné, že v takových firmách je kladen větší důraz na přesnost a popis výrobních postupů pro výrobu včetně plánování. Naopak v malých a středních podnicích je výroba řízena několika lidmi, ale provázání s výrobou je velmi úzké, takže pokud je nutné, pak je možné zkorigovat výrobu osobně.

Jedním z dalších problémů je složitost kusové výroby a vymyšlení systému řízení výroby s informačním systémem tak, aby nedocházelo k prodražování výrobků vlivem zvýšení papírování, přínos IS by měl být opačný.

Důvody pro implementaci ERP systému v kusové výrobě:

- provázání výroby s ekonomikou,
- přehled výrobku, a to jak vyrobených, tak vyráběných,
- archivace technologických postupů,
- zrychlení opakované výroby,
- přehled odvedené výroby (sledování v jaké fázi je výrobek, výkonosti strojů a zaměstnanců),
- centrální dostupnost informací,

- hlídání termínů zakázek,
- eliminace několikanásobného vyplňování stejných informací,
- expanze firmy,
- zjednoduší nalezení problémových míst ve výrobě,
- produktivnější a kvalitnější výroba.

Požadavky na systém řízení výroby a informační systém pro kusovou výrobu v malých a středních podnicích:

- zjednodušení toku informací od cenové nabídky přes výrobu až po konečnou fakturaci a s tím spojenou ekonomiku společnosti,
- zpřehlednění řízení výroby a produktivity jednotlivých strojů (popřípadě zaměstnanců),
- porovnání skutečných nákladů na výrobu s prodejní cenou,
- hlídání termínů,
- zrychlení a zjednodušení opakované výroby a tím snížení nákladů.

Pro řízení výroby v informačním systému existují programová řešení (tzv. moduly). Tyto moduly musí pokrýt cenové kalkulace, technickou přípravu výroby (tvorba kusovníků a technologických postupů), funkce pro plánování výroby nebo popřípadě kapacitní plánování, přehledy vyráběných součástí, evidence o rozpracovanosti a stavu jednotlivých zakázek, dále přehledy o vytížení strojů (popř. zaměstnanců) a vyhodnocování zakázek [18, 19, 20].

2.2.3 Přehled IS pro zakázkovou strojírenskou výrobu

Na trhu existuje několik výrobců IS, které obsahují standardní moduly pro ekonomiku a účetnictví a moduly volitelné, které se liší podle aplikace IS. Pro výrobní firmy jsou základní moduly stejné nebo podobné, a to jak pro tzv. velkou výrobu, tak i pro tzv. malou výrobu. Malá výroba je většinou bez kapacitního plánování (velice náročné pro kusovou výrobu), ovšem s veškerými přehledy o výrobcích a zaznamenávání dat. Velká výroba je určena většinou pro sériovou a hromadnou výrobu, kde lze využít veškerou funkcionalitu tzv. velké výroby, tj. kapacitní plánování, varianty výrobků, apod.

Mezi několik IS používaných ve výrobních firmách patří:

- SAP,
- Helios Green,
- Helios Orange,
- Karat.

Výše zmíněné ERP systémy používané ve výrobních firmách obsahují veškeré potřebné moduly pro řízení výroby v oblasti malé výroby a některé obsahují i oblast

velké výroby. Všechny IS se musí přizpůsobit na míru podniku, ve kterém budou implementovány.

Pro lepší přehled o možnostech výše zmíněných ERP systémů je vhodné stručně popsat jejich funkce a vlastnosti včetně kladů a záporů.

SAP

Společnost SAP lze pokládat za světovou jedničku v oblasti informačních software a služeb s tím souvisejících. Od roku 1992 působí v České republice. Firma je spojována s robustními ERP systémy pro velké firmy a korporace, ale za posledních několik let vyvinula a implementovala i řešení pro malé a střední podniky (viz tab. 4) [21, 22, 23, 24].

Tab. 4 Řešení pro malé a střední podniky od společnosti SAP [21].

Řešení	SAP Business One	SAP Business ByDesign	SAP Business All-In-One
Stručný popis	Jediná, integrovaná aplikace k řízení celého podniku.	To nejlepší ze SAPu, dodávané na vyžádání (on-demand).	Komplexní, integrované a snadno konfigurovatelné jako služba (Software-as-a-Service, SaaS).
Počet uživatelů v podniku	Do 100	100 – 500	Do 2 500
Dostupné pro země	41 zemí	Dostupnost omezena na USA, Velkou Británii, Německo, Francii, Indii a Čínu.	50 zemí
Typ či způsob nasazení	Vlastní zařízení zákazníka (on-premises).	Na vyžádání (on-demand).	Vlastní zařízení zákazníka (on-premises) či hostované nasazení.
Doba nasazení	2–8 týdnů	4–8 týdnů	8–16 týdnů
Objem transakcí	Nízký	Střední	Vysoký
Odvětvová řešení	Několik	Málo	Mnoho

Společnost SAP nabízí pro malé a střední podniky v České republice jediné řešení, a to SAP Business One. I přestože toto řešení je pouze pro maximálně 100 uživatelů (střední podnik je do 250 zaměstnanců), plně dostačuje potřebám převážné většiny výrobních podniků, protože počet uživatelů IS je mnohem nižší než počet zaměstnanců [21, 22, 27].

IS SAP Business One je navrženo tak, aby bylo dostupné pro malé podniky. Sjednocuje několik různorodých aplikací do jediného softwaru, který obsahuje finanční účetnictví, výrobu a CRM. Implementace systému je rychlá, obsahuje veškeré lokalizace a vyžaduje pouze jeden server například s SQL databází [21, 22].

Moduly systému SAP Business One [22]:

- finanční řízení a banka,
- řízení skladu,
- nákup,
- řízení zásob,
- výroba,
- CRM.

SAP Business není vyvíjen jako odnož IS SAP ERP, který je určen pro velké podniky, ale jako samostatný produkt. Většina nastavení a změn lze implementovat bez větších školení. Software má velké množství aplikací (přes 40 000) a tomu také odpovídá množství řešení pro různá odvětví (více než 430) [21, 25, 26].

Klady systému SAP Business One [21, 22, 23, 24, 25, 26]:

- stabilní výrobce,
- velké množství implementací,
- snadná úprava pro koncového uživatele,
- nenáročný na hardware (1 server),
- rychlá aplikace.

Zápory systému SAP Business One [21, 22, 23, 24, 25, 26]:

- vyšší cena oproti konkurenci,
- není zaměřen přímo na strojírenskou výrobu,
- i přes velký počet řešení pro různá odvětví je nutné informační systém doprogramovat na míru,
- vyšší provozní náklady (údržba, školení).

Aplikace ve výrobní firmě **GIGA, spol. s r.o.** - zakázkový vývoj a výroba jeřábů

Helios

Společnost Asseco Solution je tuzemská firma s vysokou aplikací jejich softwarových řešení v České republice, na Slovensku, v Rakousku a ve Švýcarsku. Jedná se o největšího výrobce ERP systému na českém a slovenském trhu. Jejich portfolio obsahuje jak řešení pro živnostníky, tak i pro velké podniky. Celkový počet aplikací jejich IS je přibližně 20 000 z toho 3 400 ve výrobních společnostech. Hlavními produkty firmy Asseco Solution jsou [26, 28]:

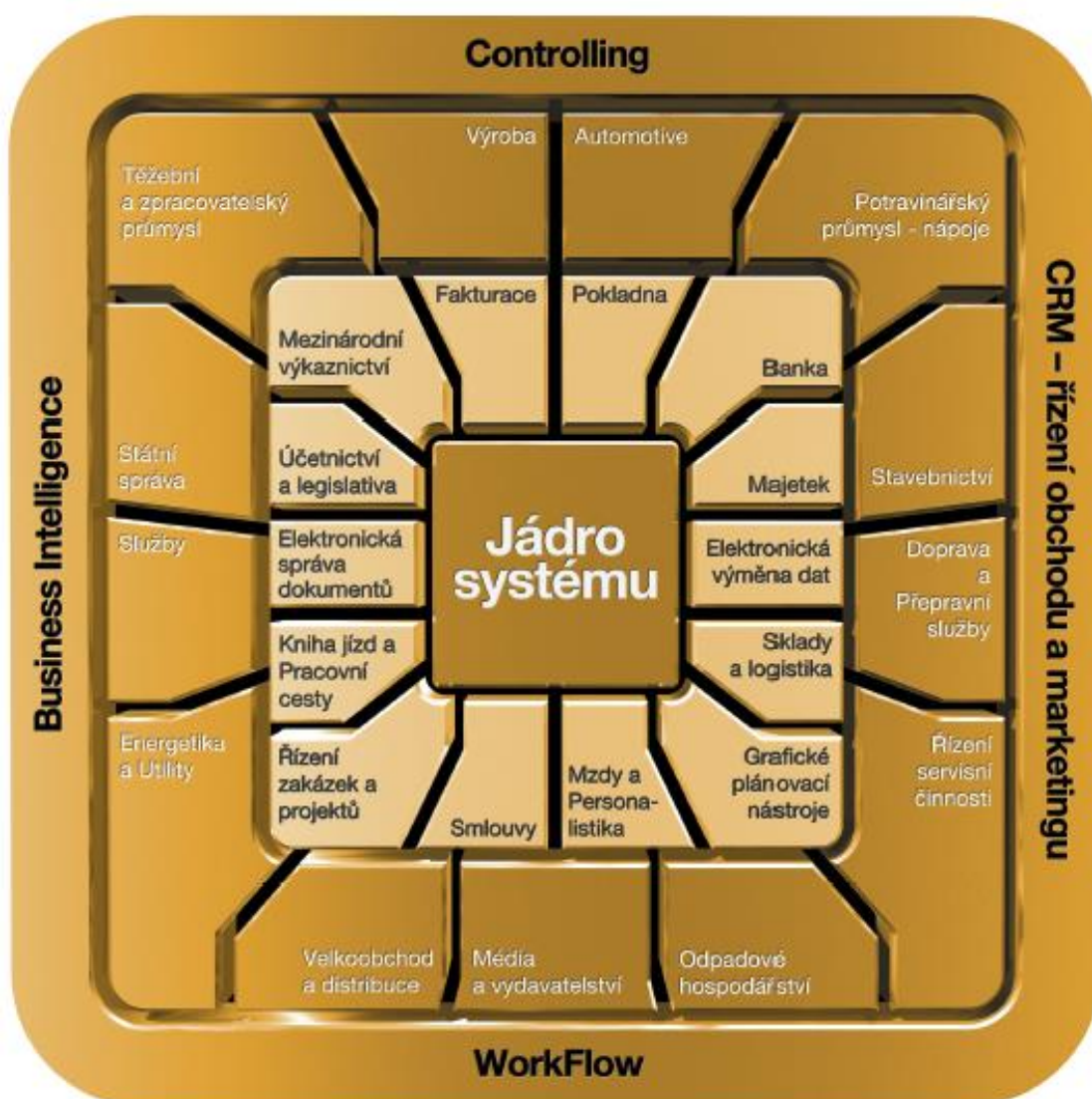
- Helios One: účetní program, který spojuje účetní a podnikatelé,
- Helios Red: pro správu podnikových agend malých podniků,
- Helios Fenix: určený IS pro veřejnou správu s velkým množstvím modulů,

- Helios Orange,
- Helios Green.

Helios Orange a Helios Green jsou již robustní ERP systémy pro široká oborová řešení.

Helios Green

Systém je určen pro střední a velké podniky. Jedná se o kompletní podnikový informační systém, který lze snadno přizpůsobit na míru potřebám firmy. Systém je tvořen standardními moduly a navíc také obsahuje speciální moduly, které jsou připraveny pro jednotlivé aplikace, a to od strojírenské výroby přes zemědělskou výrobu až po potravinářskou výrobu (viz obr. 8) [26, 28, 29].



Obr. 8 Přehled základních modulů včetně různých oborových aplikací [31].

Systém je založen na moderní webové instalační službě Microsoft .NET, která přináší nové možnosti přizpůsobení IS. Vzhledem k tomu, že je tato služba produktem firmy Microsoft, je navíc zajištěna kompatibilita rozhraní. To znamená, že provázání systému s dalšími programy, prvky ve firmě nebo například s webovými službami je

téměř neomezené. I přesto, že systém je rozsáhlý, lze jej přizpůsobit každému uživateli tak, aby jeho práce byla maximálně komfortní. Za velké plus lze považovat, že přidávání funkcí zvládne i správce systému ve firmě, kde je Helios Green implementován [26, 30].

Celý systém je variabilní, takže k jádru systému se dokupují ostatní moduly, a proto se pouze platí za využívané funkce ERP systému Helios Green. Tento systém lze popsat jako bezpečný, přizpůsobivý, otevřený, standardizovaný a technologicky vyspělý [29, 30, 31].

Klady systému Helios Green [28, 29, 30, 31]:

- stabilní výrobce,
- zaměřen na strojírenskou výrobu,
- velké množství implementací,
- vysoké možnosti rozšíření systému,
- snadná úprava pro správce systému (bez programátora),
- propojení IS s internetem,
- snadná implementace standardních řešení,
- zákaznický přístup k do IS,
- moderní ERP systém,
- výborný nástroj pro řízení firmy.

Zápory systému Helios Green [28, 29, 30, 31]:

- vyšší cena oproti Helios Orange,
- náročný a drahý IS při programování na míru podniku,
- i přes velký počet modulů pro různá odvětví je nutné informační systém doprogramovat na míru.

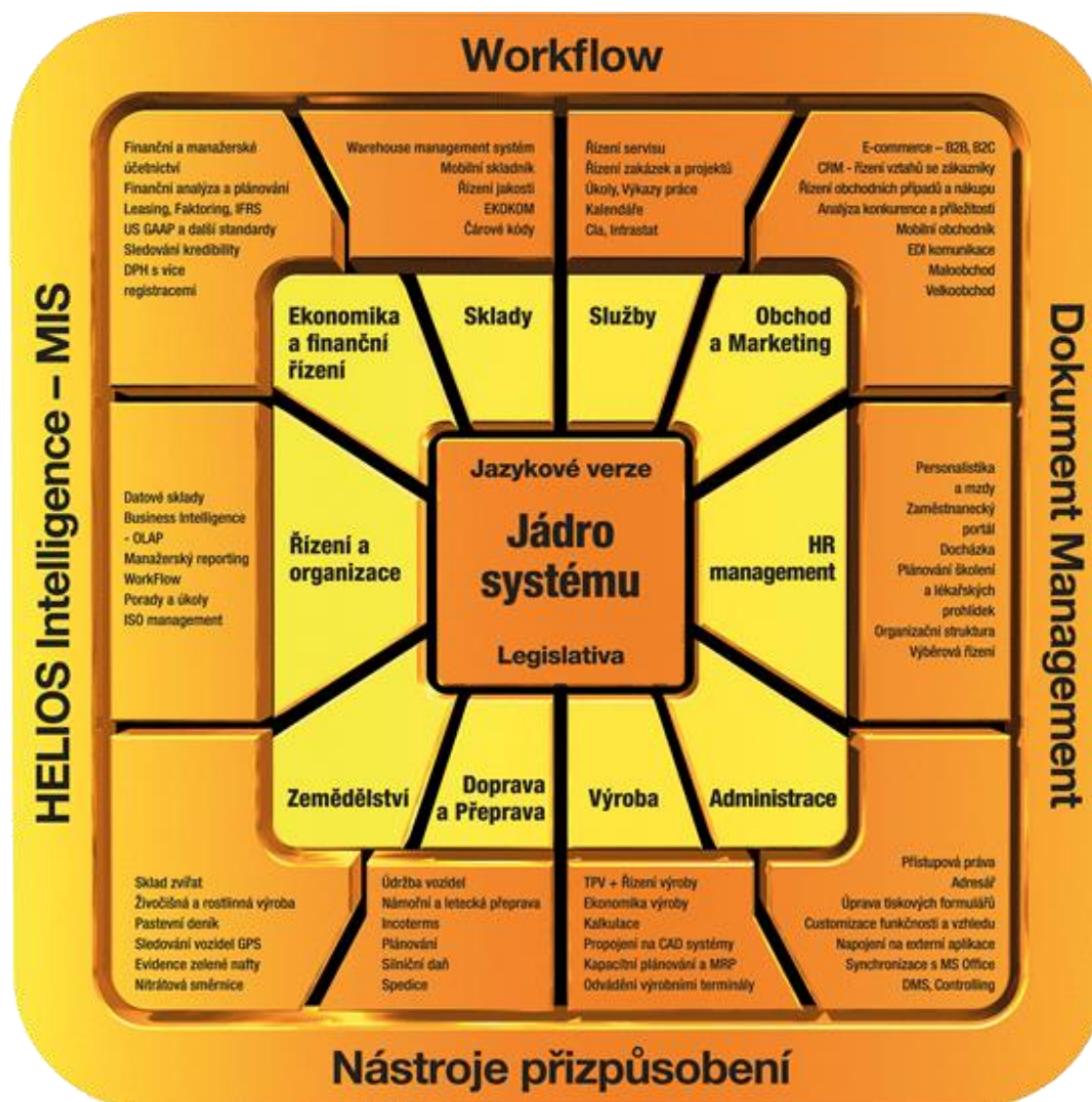
Aplikace ve výrobní firmě **KORDÁRNA Plus** – kusová až sériová výroba strojních součástí.

Helios Orange

Systém je určen pro malé a střední podniky. Stejně jako Helios Green se jedná o kompletní podnikový informační systém, který lze snadno přizpůsobit na míru potřebám firmy. Systém je také tvořen standardními moduly a navíc také obsahuje speciální moduly, které jsou připraveny pro jednotlivé aplikace podobně jako Helios Green, ale méně robustní oproti ERP systému Helios Green (viz obr. 9) [26, 28, 29, 30].

Největší výhodou Helios Orange pro malé podniky je, že získají komplexní ERP systém bez nutnosti úprav či programování dalších prvků, které prodlužují dobu instalace systému. Stejně jako u Helios Green se platí pouze za moduly, které firma skutečně využije, takže se snižuje i investice za pořízení IS. Pokud se firma rozšíří,

pak je možné moduly dokoupit, popřípadě si nechat systém naprogramovat na míru podle potřeby [26, 30].



Obr. 9 Přehled základních modulů včetně různých oborových aplikací [32].

Pro středně velké podniky se jedná o ERP systém, který lze přizpůsobit jakýmkoliv požadavkům s možností automatizace rutinních procesů. I přes to, že je Helios Green novější a vyspělejší systém, je mu Helios Orange velkým konkurentem [28, 29, 30].

Helios Orange obsahuje speciální moduly přímo pro strojírenskou výrobu, které obsahují následující řešení [26, 28, 29]:

- technická příprava výroby (možnost propojení s CAD systémy),
- varianty výrobků,
- výdejna náradí,
- varianty pro kalkulace cen,
- řízení kooperace,
- kapacitní plánování,

-
- sledování rozpracované výroby,
 - odvádění výroby pomocí terminálů,
 - sběr dat z technických zařízení,
 - podpora vývoje.

Klady systému Helios Orange [26, 28, 29, 30]:

- stabilní výrobce,
- pro malé společnosti nižší investice do systému,
- zaměřen na strojírenskou výrobu (malá i velká výroba),
- velké množství implementací ve strojírenských firmách,
- snadná a rychlá implementace standardního řešení,
- výborný nástroj pro řízení firmy a především výroby.

Zápory systému Helios Orange [26, 28, 29, 30]:

- náročný a drahý IS při programování na míru podniku,
- náročnější přizpůsobení UI pro uživatele,
- i přes velký počet modulů pro různá odvětví je nutné informační systém doprogramovat na míru.

Aplikace ve výrobních firmách [26]:

- **AZ - Pokorný, s. r. o.** – výroba součástí pro rozvody plynu, vody a solárních systémů,
- **HYDROCOM, s. r. o.** – výroba hydraulických zařízení a dalších hydraulických prvků,
- **STROJÍRNA OSLAVANY, spol. s r. o.** – výroba tlumičů pro podvozky veškerých kolejových vozidel,
- **Kovo HB, s. r. o.** – zakázkovou výrobu svařovaných dílů a lisovacích nástrojů.

IS KARAT

ERP systém Karat nachází široké uplatnění v různých odvětvích průmyslu. Jeho rozsah, funkčnost, otevřenost a přizpůsobivost z něj dělá konkurenta všem špičkovým ERP řešením na českém trhu. Primárně je určen pro středně velké až velké podniky. Obsahuje řešení vše v jednom, tedy od ekonomiky až po speciální moduly pro řízení firmy. Stejně jako systémy Helios i Karat je modulárním systémem a lze sestavit funkčnost informačního systému na míru firmy s moduly, které skutečně potřebuje za minimální náklady. Jeho výhodou je zaměření na výrobní moduly, které obsahují řešení tzv. malé výroby nebo velké výroby. Malá výroba v IS Karat obsahuje pouze vedení výrobní evidence, ale bez možnosti bližšího sledování výroby. Naopak velká

výroba obsahuje veškeré potřebné funkce, a to od kusovníků přes pokročilé plánování až po vyhodnocení zakázek [26,33, 34].

IS Karat obsahuje doplňkové funkce přímo pro strojírenské firmy [33, 34]:

- jednoduché vedení výrobních zakázek,
- komplikované výrobky a jejich varianty
- celkové řešení rozpracované výroby a změny v průběhu výroby,
- kumulovaná výroba polotovarů,
- několik možností plánování včetně kapacitního,
- systém kooperací,
- řešení neshodné výroby,
- automatický výdej a příjem,
- propracované řešení pro odvádění výroby,
- přehled přímých nákladů na produkt.

Klady systému IS Karat [26,33, 34]:

- zaměřen na výrobu (kusová i sériová strojírenská výroba),
- implementace v kusové strojírenské výrobě,
- snadné ovládání,
- otevřenost a přizpůsobivost systému,
- pokročilé plánování několika způsoby,
- propracované řešení neshodných výrobků,
- modulární,
- výborný nástroj pro řízení firmy a hlavně výroby.

Zápory systému IS Karat [26,33, 34]:

- vyšší čas implementace,
- menší robustnost systému oproti Helios produktům,
- i přes velký počet modulů pro různá odvětví je nutné informační systém doprogramovat na míru.

Aplikace ve výrobních firmách [33]:

- **Frema, s.r.o.** – výroba forem pro výrobky z EPP, EPS, PUR, pryže, forem pro vstřikování plastů,
- **MODELÁRNA LIAZ spol. s r.o.** – výroba a konstrukce pro automobilový průmysl.

2.3 Kvalita a řízení kvality

Kvalitu lze definovat jako soubor vlastností, jenž vyjadřuje schopnost vyhovět určeným a předpokládaným požadavkům. Trendem posledních let je získat nejvyšší možnou kvalitu za nejnižší možnou cenu. Tento přístup zákazníka nutí výrobce k tomu, aby produkoval součásti o kvalitě odpovídající nejnižší ceně při zachování funkčnosti. Pro řízení kvality je nutné určit systém, který je tvořen postupy, metodami, organizační strukturou a zdroji, které jsou v podniku použity pro zavedení a řízení kvality [13, 35].

Při řízení jakosti je vhodné používat těchto šest základních pravidel [13, 35]:

- politika řízení kvality: jedná se o dokument, který obsahuje vysvětlení, jak je v podniku chápána kvalita a o přesné návody na řízení kvality,
- kvalitativní cíle: stávají se firemními cíli a musí být jasně specifikované a časově určené,
- měření kvality: jedná se procesy a úkony, které zabezpečují určenou kvalitu výrobků a služeb,
- kontrola kvality: činnosti zajišťující nepřetržité sledování, určení a odstranění problémových míst,
- audit kvality: kvalifikovaní firemní pracovníci nezávisle vyhodnocují úroveň kvality v podniku,
- plán řízení kvality: popisuje průběh zajišťování kvality.

2.3.1 Normy pro řízení kvality

Pro řízení jakosti v podnicích lze využít i certifikace kvality podle ISO norem. Existuje několik těchto norem, ale jednou z významných je řada norem ISO 9000. Soubor těchto forem není určen pro určité odvětví. Jedná se o soubor norem, které obsahují doporučení pro návrh systému řízení kvality organizace. Tyto doporučení je nutné v organizaci využít pro návrh systému řízení jakosti a poté je možné požádat akreditovaný orgán o audit a kontrolu, zda systém splňuje veškeré požadavky těchto norem. Pokud ano, pak lze získat certifikát systému řízení jakosti. Certifikát je udělen na určenou dobu a pro prodloužení je nutné znovu provést audit. Aby bylo možné garantovat vysokou kvalitu procesu na výstupu, je nutné, aby vstupy (suroviny, polotovary, nakupované díly, apod.) byly ve vysoké kvalitě [13, 14, 35].

Celkové řízení jakosti vyžaduje následující pravidla [13, 14, 35]:

- vedení a řízení pracovníků,
- rozhodování založené na skutečnostech,
- procesní přístup,
- zapojení všech zaměstnanců,
- systémový přístup k řízení,
- zaměření na zákazníka,

- neustále zlepšování.

Při aplikaci řady norem ISO 9000 je často vytýkán zvýšený počet dokumentů, které je nutné vypracovávat, ale nelze přehlédnout, že zavádí jistý řád do řízení kvality a stává se základem pro další zlepšování [14].

2.3.2 Praktická aplikace řady norem ISO 9000

Aplikace norem ve strojírenské výrobě, respektive pro řízení této výroby, je velmi vhodné. Normy obsahují doporučení, které lze použít pro řízení výroby. Jen je nutné tyto doporučení správně aplikovat a využívat je tak aby plnila svoji funkci, tedy zkvalitnila řízení organizace.

2.4 Další řešení pro řízení a optimalizaci výroby

Pro zproduktivnění výroby nejen ve strojírenském podniku je vhodné vyzkoušet a vybrat ty nejlepší softwarové programy kromě již zmiňovaných ERP systémů. Mezi tyto programy patří například CA řešení (Computer Aided neboli počítačem podporované), správa dokumentace a konstrukčních dat nebo také interní a externí komunikace. Do počítačem podporovaných softwarových řešení patří [3, 5]:

- CAD: Computer Aided Design (počítačem podporované navrhování),
- CAM: Computer Aided Manufacturing (počítačem podporovaná výroba),
- CAE: Computer Aided Engineering (počítačem podporované konstruování a výpočet),
- a další řešení.

Dalším řešením pro optimalizaci výroby je volba vhodného číslování konstrukčních dat a také i řešení jednotlivých pracovišť a celého výrobního objektu pro danou výrobu. Lze tedy definovat, co vše je nutné navrhnout a začlenit do systému řízení podniku a výroby tak, aby výroba byla rychlá a kvalitní za odpovídající cenu:

- ERP systém včetně řízení výroby a definování toků výrobků firmou a jejich kontrola kvality,
- CAD/ CAM řešení vhodné pro aplikaci v dané výrobě,
- správa dokumentace a konstrukční dat,
- interní a externí komunikace,
- další řešení: číslování, úprava pracovišť, apod.

2.4.1 Řízení výroby mimo IS

Některé organizace vlastní již zaběhnutý ERP systém, který pokrývá veškeré potřeby podniku kromě řízení a odbytu výroby, nebo je řešení implementace ERP systému včetně propracovaného systému řízení v rámci IS vysokou investicí. Potom je vhodné používat řízení výroby mimo IS.

Mezi přední produkt pro řízení výroby ve strojírenském podniku patří TPV 2000 od firmy **TPV group s.r.o.** Tento produkt lze nazvat informačním systémem pro řízení výroby. Produkt obsahuje jak TPV (technická příprava výroby), tak správu dokumentů (PDM). Je nachystán na propojení s podnikovými informačními systémy a také na propojení s programem pro konstrukční návrhy (CAD) [36, 37].

Produkt TPV 2000 v sobě integruje veškeré potřebné funkce pro řízení výroby a správu dokumentace:

- řízení výroby včetně evidence výrobních příkazů,
- propojení s CAD programy a ERP systémy,
- workflow,
- evidence skladů, náradí a konstrukčních dat,
- kapacitní plánování,
- tvorba podkladů pro předběžnou kalkulaci pro vytvoření cenové nabídky,
- kalkulace a rozbor výrobních nákladů,
- snadné vytvoření výrobní dokumentace na základě konstrukční a technologické podobnosti.

Aplikace produktu ve strojírenské výrobě je vhodná i ve firmách, které si mohou dovolit implementovat celkové EPR řešení. Mezi několik firem, které využívají tento produkt pro řízení výroby, patří [36]:

- ŠKODA TVC s.r.o.,
- PILSEN STEEL s.r.o.,
- Slovácké strojírny, a.s.,
- Kovosvit MAS a.s.

2.4.2 Konstrukční programy

Výběr správného konstrukčního programu má velký vliv na produktivitu a konečnou cenu pro zákazníka. Rychlý konstrukční návrh společně s rychlým vytvořením kvalitní dokumentace pro výrobu šetří čas a je možné plnění někdy i obtížných termínů.

Konstrukční programy neboli CAD programy můžeme laicky rozdělit na 2D a 3D programy, ale spíše se používá následující rozdělení [39]:

- nižší: jedná se o levná 2D řešení se základními funkcemi (AutoCAD LT, BricsCAD, apod.),
- střední: podobná řešení jako nižší CAD programy, ale obsahují mnohem více funkcí, mimo jiné i nástroje pro trojrozměrné modelování a vizualizaci (AutoCAD, TurboCAD Professional, CADKEY, apod.),
- vyšší: již se jedná o plně trojrozměrné systémy, kdy je nutné vytvořit model výrobku a až poté ho vložit do sestavy nebo vytvořit výkresovou dokumentaci (Autodesk Inventor, Solidworks, SolidEdge, apod.),

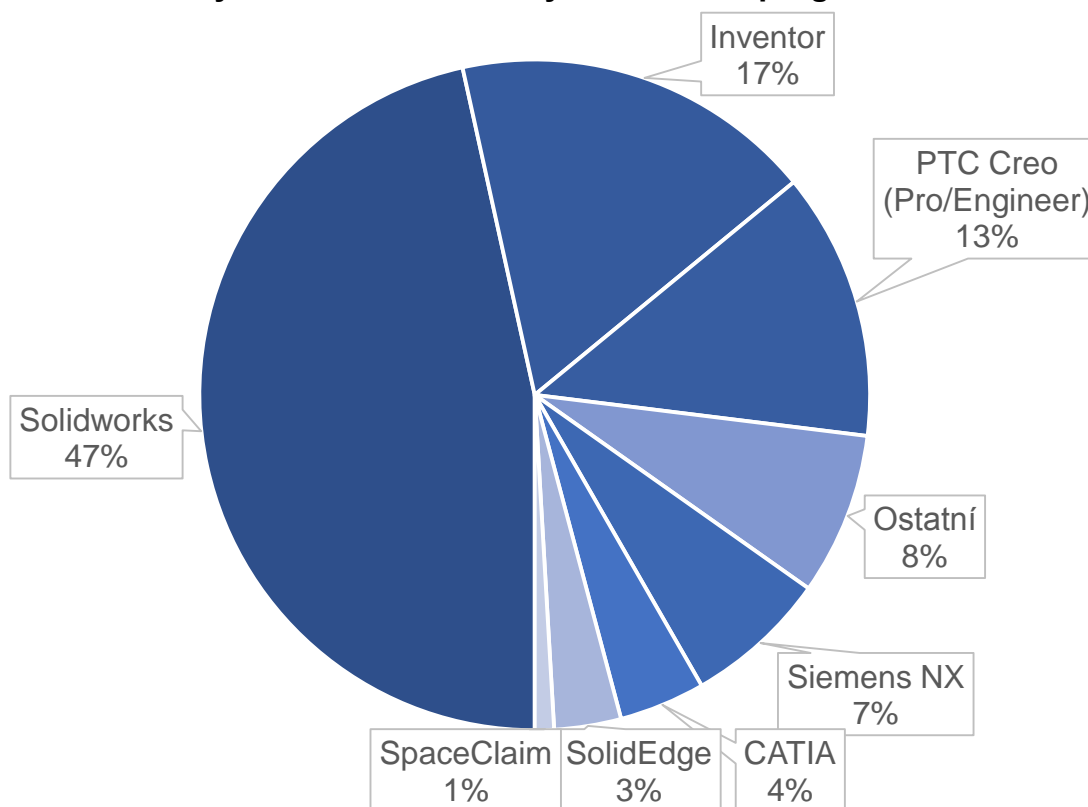
- velké: velké CAD systémy obsahují vše, co vyšší konstrukční programy, ale navíc obsahují více prvků a přídatných modulů a jsou mnohem robustnější, stabilnější a také mnohem dražší (CATIA, Siemens NX, PTC Creo, apod.)

V posledních několika letech se při navrhování výrobků používají 3D CAD programy, tedy vyšší a velké konstrukční programy, a to z důvodu možnosti tvorby velkých sestav a složitých tvarových dílů, které by ve 2D programech byly příliš pracné a časově náročné nebo dokonce i nepopsatelné ve 2D. Navíc ve 3D programech je velkou výhodou parametrické modelování, což je postup (strom), který se postupně vytváří při modelování a je možné ho později upravovat či přidávat další prvky. Další výhodou 3D CAD softwarů je provázání modelu, výkresu a sestavy, kdy změna v dílu se projeví ve výkresu a v sestavě [39].

Mezi nejvíce používané CAD systémy ve strojírenství patří tyto programy (viz obr. 10):

- PTC Creo,
- Siemens NX,
- CATIA,
- SpaceClaim,
- Autodesk Inventor,
- Solid Edge,
- Solidworks.

Výsledek dotazníku o využívání CAD programů



Obr. 10 Dotazník o využívání CAD programů [38, 48].

PTC Creo

Konstrukční systém PTC Creo je nástupcem softwaru Pro/ENGINEER. Jedná se parametrický 3D konstrukční program, který velice dobře zvládá zpracovávat 3D data z ostatních CAD systémů jako CATIA, Solidworks, Inventor, apod., bohužel nedochází k zachování postupu při vytváření modelu z těchto dat [40, 41].

Klady [40]:

- jednotné prostředí (díl, sestava, výkres, MKP výpočty, obrábění, apod.),
- veškerá data k dílu (výpočty, data k obrábění) jsou uložena uvnitř souboru,
- možnost doplňkových modulů (PDM, advanced rendering, návrh forem, návrh nástrojů, atd.),
- stabilní,
- pokročilé modelování ploch,
- cena,
- plynulý i s velkými sestavami.

Zápory [40]:

- chybí česká lokalizace.

Siemens NX

Siemens NX je velmi pokročilý CAD software s mnoha funkcemi a přídatnými moduly. Dříve byl znám jako NX Unigraphics. Integruje v sobě modelování, inženýrské výpočty a výrobu, tedy programování [41, 42, 43].

Klady [43]:

- jednotné prostředí (díl, sestava, výkres, MKP výpočty, obrábění, apod.),
- veškerá data k dílu (výpočty, data k obrábění uložena uvnitř souboru),
- top CAD software,
- stabilní,
- pokročilé modelování ploch,
- plynulý i s velkými sestavami.

Zápory:

- cena,
- složitost a časová náročnost modelování.

CATIA

Jedná se o nejrozšířenější CAD software v automobilovém a leteckém průmyslu. Obsahuje množství přídatných modulů, a to od různých modulů pro design přes obrábění až po komplexní simulace [46, 47].

Klady [46]:

- jednotné prostředí (díl, sestava, výkres, MKP výpočty, obrábění, apod.),
- veškerá data k dílu (výpočty, data k obrábění) jsou uložena uvnitř souboru,
- top CAD software,
- stabilní,
- pokročilé modelování ploch,
- plynulý i s velkými sestavami.

Zápory:

- cena,
- neintuitivní uživatelské rozhraní,
- složitost a časová náročnost modelování.

SpaceClaim

Americký CAD systém pro přímé modelování (neparametrické) umožňuje rychlou úpravu nebo opravu jakékoliv geometrie. V roce 2014 se stal součástí firmy ANSYS [44, 45].

Klady [44, 45]:

- pokročilá úprava a oprava dat,
- rychlost a intuitivnost modelování,
- uživatelské rozhraní.

Zápory:

- cena,
- při využívání některých prvků může dojít k nežádoucí změně geometrie,
- neparametrické modelování.

Autodesk Inventor

Jeden z nejprodávanějších CAD systémů pro strojírenskou konstrukci. Obsahuje mnoho funkcí přímo od firmy Autodesk [49, 50].

Klady [49, 50]:

- jednotné prostředí (díl, sestava, výkres, MKP výpočty, obrábění, apod.),
- veškerá data k dílu (výpočty, data k obrábění) jsou uložena uvnitř souboru,
- moderní a intuitivní uživatelské rozhraní,
- množství nástrojů a modulů přímo od firmy Autodesk,
- rozšířený ve výrobních podnicích.

Zápory:

- při náročných přepočtech nestabilní,
- modelování ploch,
- výkon ve velkých sestavách.

Solid Edge

Jedná se o další CAD systém od firmy Siemens. Produkt je více zaměřený na běžné modelování a oproti systému NX je jednodušší. Řadí se po bok softwarům jako Autodesk Inventor nebo Solidworks [36, 42].

Klady [36]:

- jednotné prostředí (díl, sestava, výkres, MKP výpočty, obrábění, apod.),
- veškerá data k dílu (výpočty, data k obrábění) jsou uložena uvnitř souboru,
- moderní a intuitivní uživatelské rozhraní.

Zápory:

- při náročných přepočtech nestabilní,
- modelování ploch,
- výkon ve velkých sestavách.

Solidworks

Nejvíce používaný 3D software ve výrobních podnicích. Výrobce programu je stejný jako u softwaru CATIA, a to Dassault Systemes. Obsahuje podle zakoupené verze přídatné moduly [46, 51].

Klady:

- jednotné prostředí (díl, sestava, výkres, MKP výpočty, obrábění, apod.),
- veškerá data k dílu (výpočty, data k obrábění) jsou uložena uvnitř souboru,
- moderní a intuitivní uživatelské rozhraní,
- snadné a rychlé modelování,
- rychlé zaučení do programu,
- velké uživatelská základna.

Zápory:

- při náročných přepočtech nestabilní,
- modelování složitých ploch,
- výkon ve velkých sestavách.

Tab. 5 Přehled CAD systémů včetně orientačních cen v dolarech.

	PTC Creo	NX	CATIA	SpaceClaim	Inventor	Solid Edge	Solidworks
Cenový rozsah [\$]	3 500 – 15 000	10 000 – 30 000	10 000 – 65 000	2 000 – 5 000	2 000 – 12 000	5 000 – 13 000	4 000 – 12 000
Cena za verzi pro běžné potřeby výrobních firem [\$]	10 000	17 000	25 000	2 500	9 000	5 300	8 000
Rychlé a intuitivní modelování	Ano	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano
Vhodné pro malé a střední podniky	Ano	Ne	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano

Podle kladů a záporů jednotlivých konstrukčních programů a tab. 5 jsou nejvhodnější CAD programy pro malé a střední výrobní strojírenské firmy PTC Creo, Autodesk Inventor, Solid Edge a Solidworks. Tyto programy musí ještě firma vyhodnotit z hlediska schopnosti sehnat konstrukční pracovníky, kteří již mají s daným CAD softwarem zkušenosti. V ČR se primárně na středních školách učí Solidworks a Inventor a na vysokých školách Solidworks, Inventor, CATIA a Siemens NX. Z těchto zkušeností tedy plyne, že následující žebříček určuje vhodnost konstrukčních programů v malém nebo středním podniku ve strojírenské výrobě:

- Solidworks,
- Autodesk Inventor,
- PTC Creo,
- Solid Edge.

2.4.3 Správa konstrukčních dat a průvodních dat

Uchování a správa konstrukčních dat a dat s nimi souvisejících je velmi důležité. Ztráta těchto dat nebo jejich poškození může pro podnik znamenat nemalé finanční ztráty. V dnešní době se tímto problémem zabývají většinou dodavatelé CAD softwarů, ale i externí dodavatelé. V malých firmách existují tyto možnosti:

- složkové dělení na síťovém uložení,
- využít softwarového řešení, které se nazývá PDM (Product Data management neboli správa dat výrobku).

Složkové třídění na síťovém uložišti

Složkové dělení na síťovém uložišti například na NAS serveru není zrovna ideální a je nutné pečlivě zálohovat data. Největším problémem je, že neexistuje systém revizí a tak lze změnit či nenávratně poškodit existující výrobní data. Další nevýhodou je nutnost vysvětlení principu zakládání a kopírování složek podle firemních pravidel, přičemž zde vzniká prostor pro chyby. Výhodou tohoto řešení je nízká nebo nulová finanční investice a uživatelé se nemusí školit v novém programu [53].

Požadavky:

- přehledné a univerzální třídění pro veškeré uživatele,
- rozdělení práv,
- pravidelné zálohování,
- pravidelná kontrola ukládání dat,
- předpis pro ukládání a vytváření „projektů“,
- síťové uložště typu NAS nebo datový server,
- stabilní a stále přístupné.

Klady:

- minimální investice,
- zvládne nastavit firemní IT pracovník,
- ihned možné používat.

Zápory:

- možnost neúmyslného smazání nebo přepsání dat,
- třídění a číslování záleží pouze na uživateli,
- chybí revize,
- chybí přehled o manipulaci s daty.

Výborným řešením pro firemní nasazení jsou NAS zařízení například od firmy Synology. Jejich uživatelské rozhraní je v češtině, je pravidelně aktualizováno a uživatelsky je velmi přívětivé.

Profesionální řešení – PDM

Profesionální řešení pro správu výrobních dat, tedy PDM, splňuje základní požadavky na ochranu a správu dat. Orientace i třídění dat je po zaškolení do prostředí programu jednodušší a odstraňuje většinu problémů.

Požadavky:

- integrace s CAD/ CAM programy,
- možnost automatizace procesů (číslování, export výkresů do pdf souborů, atd.),
- revize,
- přehled o manipulaci s daty,
- při práci na daném projektu stažení do aktuální pracovní stanice,
- rozhraní pro uživatele bez CAD/ CAM programů,
- podrobné informace o projektech a možnost vyhledávání podle těchto informací,
- nízké provozní náklady,
- správa nejen konstrukčních, ale i ostatních dat (foto dokumentace, měřicí protokoly, návody, apod.).

Klady:

- revize,
- integrace s CAD softwary,
- zrychlení organizace dat,
- bezpečné.

Zápory:

- nutnost pořídit hardware, tj. server splňující požadavky softwaru,
- zakoupení licence a implementace,
- roční údržba,
- nutnost zaškolení uživatelů,
- proces implementace a nastavení procesů.

Mezi nejlepší PDM řešení patří [36]:

- Solidworks EPDM,
- Teamcenter PDM (Siemens),
- PTC Windchill,
- Autodesk Vault,
- SmarTeam.

2.4.4 CAM programy

Pomocí CAM softwarů je možné odstranit pomalé ruční programování a tím i ztrátový čas na drahých obráběcích strojích. V současné době je množství různých CAM řešení, a to pro programování frézování, soustružení, drátového řezání, apod.

V zakázkové strojírenské výrobě je požadavek na rychlé, přesné a bezchybné programování. Na rozdíl od sériové nebo hromadné výroby, kdy se požaduje možnost dokonale optimalizovat výrobní proces výrobku do posledního detailu, je požadavek v kusové výrobě přesně opačný. Pokud vytváříme program na jeden nebo dva výrobky, je nutné brát v potaz, zda se vyplatí optimalizace programu, když se například ušetří čtyři minuty na obráběcím centru, ale programátorovi řešení zabere o třicet minut více? Zjevně se jedná o zbytečné prodražování výroby [54].

CAM programy pro drátové řezání [54, 56, 57, 58, 59, 60, 61]:

- MasterCAM,
- Worknc WEDM,
- DCAMCUT (modul do Solidworks),
- PEPS drátové řezání,
- FeatureWIRE (Delcam),
- SprutCAM,
- Edgecam drátové řezání,
- a další.

Pro drátové řezání existuje celá řada výrobců CAM softwarů, výše zmíněné pracují s 3D modely. Každý z těchto CAM programů má svoje klady a zápory, je tedy vhodné, aby si každá výrobní firma nechala programy předvést a demonstrovat programování nejsložitějších dílů.

U frézování nebo víceosého obrábění je situace komplikovanější než u drátového řezání nebo soustružení. Na trhu pro frézování a víceosé obrábění existuje množství řešení od komplexních a velmi složitých programů až po programy cílené na oblast kusové výroby.

V oblasti CAD softwaru jako např. CATIA, Siemens NX, PTC Creo, Solid Edge je vhodné využít přímo CAM programy od výrobců softwarů. Pokud někomu tyto CAM softwary nevyhovují nebo potřebuje jiný CAM software s ohledem na funkčnost, pak lze vybrat z následujících řešení pro víceosé obrábění [54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62]:

- MasterCAM,
- GibbsCAM,
- WorkNC,
- Edgecam,
- Delcam PowerMILL,
- SolidCAM,
- HSMWorks,
- atd..

Vzhledem ke kapitole o CAD systémech a výběru nejvhodnějšího CAD systému je vhodné se spíše zaměřit na CAM systémy, které lze použít jako doplňkový modul a které se plně integrují do prostředí Solidworks. I přesto je vhodné získat základní přehled o konkurenčních produktech, které se sice neumí integrovat do Solidworksu, ale dokáží načítat modely z této aplikace a popřípadě podle změn v 3D datech pouze přepočítat program nebo s menšími úpravami parametrů ho přepočítat.

Nevýhodou CAM řešení od velkých firem je většinou jejich cena. Jedná se většinou o CAM softwaru s množstvím prvků pro obrábění a možností nastavení nejmenších detailů, ale právě kvůli tomu jsou pro kusovou výrobu méně vhodné a zbytečně zvyšují investici do těchto softwarů. Navíc jsou bohužel také předražené a v některých případech i zastaralé oproti mladší CAM systémům.

Integraci do CAD systému Solidworks obsahují Delcam, SolidCAM, HSMworks a samozřejmě existují i další, ale tyto tři se v České republice využívají v kombinaci se Solidworks nejčastěji.

Delcam pro Solidworks

Jedná se o mladý produkt od firmy Delcam, který vznikl za účelem konkurenceschopnosti v oblasti firem využívajících Solidworks. CAM software mimo frézování a víceosého obrábění obsahuje i soustružení a drátové řezání [59].

Klady:

- integrace do Solidworks,
- automatické rozpoznávání urychluje práci,
- moderní obráběcí strategie,
- jednoduché a rychlé programování,
- post procesory pro množství strojů a řídicích systémů v ceně,
- verze zdarma pro 2,5D obrábění,
- moduly pro frézování, víceosé obrábění, soustružení, drátové řezání,
- cena.

Zápory:

- uživatelské rozhraní pro knihovnu nástrojů.

SolidCAM

Jedno z prvních řešení pro programování v prostředí Solidworks. V České republice je SolidCAM velmi populární CAM řešení pro Solidworks. Největší nevýhodou tohoto řešení je nutnost dokupování post procesorů pro stroje, což se může ukázat jako výrazné navýšení investice kromě nákupu samotné licence [54, 55].

Klady:

- integrace do Solidworks,
 - moderní obráběcí strategie,
-

- množství přídatných modulů pro speciální obrábění (forem, turbín, atd.),
- moduly pro frézování, víceosé obrábění, soustružení, drátové řezání.

Zápory:

- pro každý obráběný díl vytváří další soubor (sestavu pro obrábění),
- cena,
- uživatelské rozhraní,
- složitější programování,
- nutné dokupovat jednotlivé post procesory.

HSMWorks

Moderní CAM systém, který si zakládá na své jednoduchosti a uživatelské přívětivosti. Integrace do prostředí Solidworksu je jedna z nejlepších, snaží se dodržovat strukturu Solidworks. V současné době tento produkt vlastní firma Autodesk a i když je Solidworks přímým konkurentem Autodesk Inventor zůstává vývoj aplikace pro Solidworks beze změny. HSMWorks je tedy možné použít i pro Autodesk Inventor, ale pochopitelně se jedná o jinou verzi [54, 62].

Klady:

- integrace do Solidworks,
- moderní obráběcí strategie,
- uživatelsky přívětivý,
- post procesory v ceně softwaru včetně jejich menších úprav,
- rychlé programování,
- veškeré informace pro obrábění jsou plně integrované do dílů nebo sestavy,
- verze zdarma pro 2,5D obrábění,
- moduly pro frézování, víceosé obrábění, soustružení,
- cena,
- skvělá podpora jak ze strany výrobce, tak prodejce softwaru.

Zápory:

- špatně aplikovatelné pro sériovou výrobu,
- v některých případech nelze nastavit obrábění podle potřeby.

Je zřejmé, že všechny tři popsané CAM programy jsou velice dobře integrované do prostředí Solidworks. SolidCAM pokrývá širokou oblast uplatnění, je velmi dobře aplikovatelný pro kusovou výrobu, ale z pohledu ekonomického je dražší než ostatní řešení a navíc je nutné doplácet za jednotlivé post procesory pro generování programu. Řešení od společnosti Delcam a Autodesk HSMWorks jsou přizpůsobené

pro rychlost a jednoduchost programování. I přes to je HSMWorks vhodnější pro uplatnění v kusové výrobě v malém nebo středním podniku.

2.4.5 Komunikace interní a externí

Komunikace uvnitř firmy a komunikace externí je široký pojem. Zahrnuje vše od osobního kontaktu, přes elektronickou až po telefonickou komunikaci. V malých firmách se nejčastěji uvnitř podniku využívá komunikace osobní, což sice přináší okamžitou odpověď, ale vždy vyruší dotazovanou osobu od aktuální práce. Tato vyrušení vedou k chybám a k prodlužování práce, a proto je vhodné, pokud to není extrémně důležité, snížit osobní komunikaci na minimum.

Pro tyto účely je vhodný nějaký druh elektronického rychlého zasílání zpráv. Nejvhodnějším řešením se v současné době jeví Skype pro firmy (v minulosti Microsoft Lync), který se skvěle propojí s Microsoft Office, respektive s Microsoft Outlook, který většina firem používá jako emailového klienta [63, 64].

Ovšem pro malé a střední firmy je nasazení některých produktů od firmy Microsoft, jako třeba již zmiňovaný Lync, Exchange server pro emailovou komunikaci nebo SharePoint řešení pro správu dokumentů, velmi drahé a náročné řešení, a to jak kvůli počáteční investici, tak provozním nákladům [63].

Microsoft tedy přišel s řešením Office 365. Office 365 základní předplatné obsahuje tyto prvky:

- emailová schránka pomocí Exchange,
- Skype pro firmy (Lync),
- SharePoint,
- online uložště dat.

Vyšší verze předplatného pak obsahují další prvky, jako například plný kancelářský balík Microsoft Office nebo další řešení pro korporace a podobně. Bohužel vyšší forma předplatného nemá v současnosti velký význam pro podniky, protože je mnohem dražší než když si firma zakoupí produkt samostatně na počítač.

Přímým konkurentem je společnost Google s jejich Google Apps pro firmy. Je tedy na každé společnosti, aby zhodnotila, které řešení je nejvhodnější.

2.4.6 Úprava pracovišť a výrobních prostor

Rozmístění jednotlivých pracovišť v rámci výrobních prostor a jejich seskupování může pro úsporu času a sdílení společného majetku firmu hrát velkou roli. To stejné platí i o rozložení jednotlivých samostatných pracovišť.

Pro optimalizaci rozložení a uspořádání pracovišť lze využít metodu 5S. Název vychází z anglického souhrnu jednotlivých zásad (viz níže). Jedná se o zásady, které lze použít při optimalizaci rozložení [9, 10].

Do metody 5S patří tyto principy [9, 10]:

- třídění (angl. Sort) – jedná se o výběr nezbytných nástrojů, úkonů a ostatní se odstraní; rozmístění nářadí je podle priorit a potřeby; tzn. rozmístit jednotlivé nářadí u stroje podle toho, které se nejčastěji využívá a uložit ho tak, aby bylo nejpřístupnější, ty méně používané jsou uloženy v přihrádce,
- umístění (angl. Straighten nebo Set in order) – vše potřebné má dané místo, které je označené, všechny procesy a pomůcky jsou uloženy tak, aby zajistily plynulost a efektivitu pracovního výkonu, umístění a třídění jsou velice podobné a na sobě závislé,
- úklid (angl. Shine) – pracovní místo a prostory musí být udržovány v čistotě a pořádku, který byl nastaven předchozími dvěma kroky, pořádek by se měl udržovat stále a ne pouze až když je nepořádek neúnosný,
- standardizace (angl. Standardize) – pokud je více podobných pracovišť a úkony na těchto pracovištích jsou stejné nebo podobné, pak je vhodné vytvořit jediný standard na všech strojích, tím dojde k zajištění stability předchozích kroků a zajištění opakovatelnosti,
- udržení (angl. Sustain) – zaměřená na dodržování nastavených postupů a pravidel z předchozích kroků a jejich průběžnou kontrolu.

Aplikace těchto pravidel je možná téměř kdekoli, ovšem je nutné znát celý optimalizovaný proces a logicky ho vylepšit tak, aby nebyl příliš komplikovaný, ale jednoduchý, rychlý a spolehlivý.

2.4.7 Číslování výrobní dokumentace

Pro udržení pořádku a přehlednosti nejen ve výrobní dokumentaci, ale i v dalších podkladech, které na výrobní dokumentaci přímo navazují, jako třeba návodky, měřicí protokoly, programy a další, je nutné zvolit univerzální systém číslování pro celou firmu.

Pokud firma vyrábí pouze vlastní výrobky nebo součásti pro své využití, tak se systém číslování zvolí a nastaví podle potřeby. Problém vzniká v případě, že se jedná o zakázkovou výrobu, kdy dokumentaci nebo podklady pro vytvoření výrobní dokumentace zadává zákazník, který již má své číslování. Zde se nabízí dvě varianty:

- použít vlastní číslování a v IS vést údaje o číslu od odběratele,
- číslo zákazníka se stane součástí firemního číslování u dodavatele.

Obě varianty mají své klady a zápory, ovšem první varianta vyžaduje stálý přístup do IS. Pokud se tedy bude cokoli vyrábět, musí to být pevně spojené s IS. V případě zakomponování čísla odběratele se zjednodušuje celé číslování, a pokud je nutné v datech něco vyhledat, pak stačí znát číslo výrobku, o který se jedná.

3 NÁVRH ŘEŠENÍ

Jak již bylo zmíněno v první kapitole, jedná se o návrh systému výroby v malém výrobním podniku, přesněji tedy v nástrojárně, kde se vyrábí pouze na zakázku. Některé výrobky se časem opakují nebo jsou velice podobné již dříve vyráběným dílům.

3.1 Cíle

Zavedení nového systému řízení ve firmě není v žádném případě jednoduchý cíl. Je tedy nezbytné vytyčit jednotlivé body, které musí být nasazením nového systému dosaženy, respektive odstranit nebo minimalizovat aktuální problémy. Samozřejmě se nejedná pouze o zavedení samotného systému řízení, ale také o nábor zaměstnanců na místa, která jsou v řízení firmy a ve výrobě „úzká“.

Cíle, kterých firma dosáhne zavedením a používáním nového systému:

- plynulý tok výrobku firmou,
- dodržení termínů zakázek,
- plánování výroby,
- zkontrolovaná data pro výrobu,
- vysoká kvalita výrobků,
- nabídky založené na faktech z výroby,
- evidence nabídek včetně podkladů (náčrty, kalkulace, apod.),
- kontrola rozpracovanosti,
- přehled o vytíženosti strojů/ zaměstnanců,
- celkový přehled o výrobcích na jednom místě,
- stabilní měsíční obrát/ zisk,
- snížení přepracovanosti personálu,
- odstranění obsazení více pracovních profesí jednou osobou,
- odstranění úzkých míst (konstrukce, programování, CNC frézování, atd.),
- software pro řízení podniku (IS), konstrukci a programování,
- návrh číslování konstrukčních dat,
- porovnání skutečných nákladů s odhadovanými,
- snížení pracnosti na minimum pro opakované díly,
- přijetí nových zaměstnanců na vedoucí místa i do výroby,
- nástroje pro manažerskou pozici,
- zproduktivnění výroby,
- možnost nabídnout odběrateli nižší cenu,

- krátkodobá zastupitelnost každého zaměstnance včetně vedoucích pracovníků.

Dosažení těchto bodů bude pro firmu důležitým mezníkem v jejím rozvoji. Firma bude produktivnější a dojde k odstranění hlavních problémů, které vznikly při rozšíření firmy. Jedním z velkých problémů malých firem je špatná zastupitelnost jednotlivých zaměstnanců a vedoucích pracovníků. Firma na pomezí mezi malým a středním podnikem již musí být schopna tento problém vyřešit.

Firma již bude připravena na další expanzi, případně na zavedení dalších směn a nic nebude bránit jejímu dalšímu rozvoji.

3.2 Specifikace systému řízení výroby

Systém řízení výroby v kusové strojírenské výrobě je velmi podobný ve všech podnicích, ale vždy je adaptován pro zvyky a potřeby konkrétního podniku.

3.2.1 Varianty řízení výroby

Pro řízení výroby lze použít metody Push nebo Pull (viz kapitola 2.1.2). Pro použití v zakázkové výrobě se používá metoda Pull, kdy iniciátorem výroby je zákaznická objednávka. Vzhledem k tomu, že zmiňovaný podnik se zabývá kusovou zakázkovou výrobou, bylo by logické zvolit pouze variantu Pull, ale protože část zakázek se během roku opakuje nebo se některým odběratelům drží výrobky skladem podle smlouvy, pak se tyto dvě varianty řízení výroby kombinují.

3.2.2 Výběr IS a implementace

Kapitola 2.2 obsahuje přehled a požadavky na informační systémy, které je možné nasadit ve strojírenské kusové výrobě, tedy v daném případě v nástrojárně. Z přehledu je zřejmé, že všechny zmíněné IS jsou velice podobné, nevýhodou všech je nutnost doprogramování na míru tak, aby se daly využít v kusové výrobě.

Pro výběr ERP systémů je vhodné nejprve vybrat a poté navštívit několik firem s podobným výrobním sortimentem a podívat se na možnosti systému.

Zadání výběrového řízení a stanovení požadavků celého projektu zahrnuje následující:

- dodávka IS včetně ekonomiky a řízení výroby,
- hardware pro IS,
- školení personálu,
- cena.

Zmiňovaný podnik se za účelem nákupu IS rozhodl vypsát výběrové řízení (z důvodu Evropských dotací), do kterého se přihlášily pouze dvě firmy, jedna dodávala Helios Orange a druhá IS Karat. Vyhrála firma, která dodává IS **Helios Orange** z důvodu splnění veškerých požadavků na projekt ve výběrovém řízení.

Implementace systému proběhla podle požadavku v těchto etapách:

1. nastartování evidence objednávek a výrobků,
2. provázání výrobků s fakturací a nastavení ekonomiky a účetnictví,
3. programování řízení výroby včetně plánování a vyhodnocení zakázek,
4. revize a eventuální úprava požadavků na základě skutečného provozu.

V každé z výše uvedených etap, a to hlavně v prvních třech fázích bylo nutné řádně zaškolit personál a zkoušet a upravovat systém podle požadavků vzniklých během implementace. Implementace 1. a 2. etapy proběhla během 2 měsíců, přičemž ekonomika je postupně dodělávána podle potřeby.

Pro řízení výroby se využilo řešení malé výroby, při kterém se používá v plánování metoda JIT. Naprogramování malé výroby a nastavení veškerých procesů bylo zdouhavé a náročné. Nejprve došlo k analýze aktuálně fungujících procesů výroby v podniku. Poté bylo nutné navrhnout nový systém a ten postupně začleňovat do řízení výroby. Celý proces trval přibližně 6 měsíců.

3.2.3 Výběr CAD, CAM a správa dokumentace

Podle kapitol 2.4.2, 2.4.3 a 2.4.4 existuje řada možností, které jsou více či méně vhodné pro kusovou výrobu.

Je několik možností, které lze velice efektivně a produktivně využívat v zadaném výrobním podniku:

- Solidworks + HSMWorks + Solidworks EPDM,
- Autodesk Inventor + HSMWorks + Vault (správce dat od firmy Autodesk),
- PTC Creo + CAM + správa dat od stejné firmy.

Všechny tyto 3 možnosti jsou cenově velmi podobné. Podnik se rozhodl pro CAD software od společnosti Solidworks a CAM HSMWorks. Správa výrobní dokumentace se odkládá na pozdější investici a prozatím se využije složkové uspořádání a NAS uložště.

Do budoucna je nutné pořídit správu dokumentace a také alespoň jednu licenci některého z pokročilejších CAD softwarů pro plošné modelování (PTC Creo, Siemens NX nebo CATIA). Vzhledem k výhodě PTC Creo, kterou představuje funkcionalita přímého otevírání nativních souborů Solidworks, se jedná o nejvhodnější variantu.

3.2.4 Číslování

Číslování výrobní dokumentace, a to výkresů, 3D dat a dalších podkladů pro výrobu, se provádí pomocí začlenění čísla výrobku zákazníka. Pro číslování je tedy možné použít řešení, které na počátku obsahuje číslo výkresu zákazníka a dále jsou přiřazena čísla, která rozlišují sestavy a jednotlivé díly, viz příklad níže:

ČÍSLO_VÝKRESU-00-00_NAZEVS	hlavní sestava,
ČÍSLO_VÝKRESU-00-01_NAZEVS	1. díl v hlavní sestavě,
ČÍSLO_VÝKRESU-15-89_NAZEVS	89. díl v 5. podsestavě, která je v 1. podsestavě hlavní sestavy,
ČÍSLO_VÝKRESU-DATA-00_NAZEVS	sestava dílů od zákazníka,
ČÍSLO_VÝKRESU-DATA-01_NAZEVS	první díl sestavy zákaznických dat.

3.3 Návrhy na odstranění problémů

Kapitola 1.4 uvádí problémy, s kterými se podnik potýká a je nutné je vyřešit tak, aby k nim již nedocházelo.

První tři problémy, konkrétně nemožnost plánování, zpoždění a prodražování výroby, řeší informační systém, který musí být správně nastaven, naprogramován a musí být provedeno zaškolení jeho uživatelů. Zbývající problémy jsou řešeny v následujících podkapitolách.

Nezastupitelnost zaměstnance může být pro firmu kritická a může způsobit zpoždění výroby nebo její zastavení. Tato nezastupitelnost vede k tvorbě tzv. úzkých míst ve výrobě.

V zadané firmě Antonín Ryšavý jsou úzká hrdla v těchto oblastech:

- řízení výroby,
- konstrukce,
- CNC frézování,
- EDM pracoviště,
- broušení na plocho.

Tato úzká místa lze eliminovat ve všech případech náborem nových zaměstnanců, což souvisí s plánovanými investicemi. Zároveň je nutné k novým strojům zajistit kvalifikovaný personál.

3.3.1 Řízení výroby:

- stav k řešení: mistr a vedoucí výroby je jedna osoba, která řídí výrobu, přijaté a vydané objednávky, cenové nabídky a technologické postupy,
- problémy: neplnění termínů zakázek, prostoje ve výrobě, přetěžování zodpovědné osoby, vysoký podíl rozpracované práce, nestálý měsíční obrát,
- původní řešení: vysoká míra přesčasů zodpovědné osoby,
- navrhovaná řešení:
 - přijetí dalších osob pro řízení výroby (1 – 2 osoby),
 - rozdělení pozice mistra a vedoucího výroby,

- přijetí další osoby pro tvorbu technologických postupů.

3.3.2 Konstrukce:

- stav k řešení: konstrukci zajišťují 2 lidé ve firmě, a to majitel firmy a vedoucí a programátor EDM pracoviště,
- problémy: přetěžováním těchto osob má za následek zanedbávání dalších úkonů (včetně samotné konstrukce), dále vznikají nepozornosti v konstrukci a výkresové dokumentaci, prodlužují se časové lhůty nutné pro konstrukci (nedodržení termínu dodání),
- původní řešení: nutnost přesčasů těchto osob, odmítnutí zakázek,
- navrhovaná řešení:
 - minimálně 1 – 2 pracovníci pouze konstruktéři nebo popřípadě konstruktér a programátor v jednom,
 - přijetí osob (1 – 2 osob),
 - majitel se musí věnovat pouze jedné pracovní činnosti.

3.3.3 CNC frézování:

- stav k řešení: programování frézovacích center probíhá pouze na stroji, který programuje jediný člověk a druhý je jako obsluha bez programovacích zkušeností.
- problémy: pomalé a neproduktivní programování/ výroba, vyšší riziko výskytu neshodných výrobků, nezastupitelnost,
- původní řešení: žádné,
- navrhovaná řešení:
 - pracovníka, který programuje ručně a má zkušenosti s výrobou povýšit na programátora s vhodným CAM systémem a poskytnout kompletní zaškolení,
 - další osoba ve funkci náhradního programátora, například v kombinaci s konstrukčním pracovníkem,
 - přijetí lidí pro obsluhu (u každého stroje jeden).

3.3.4 EDM pracoviště:

- stav k řešení: složité EDM hloubení ovládá pouze jediný člověk, který si sám navrhuje elektrody, konstruuje a vytváří složité programy pro 4-osé drátové řezání,
- problémy: nezastupitelnost a z ní plynoucí zastavení hloubení a neschopnost vytvářet 4-osé složité programy,
- původní řešení: žádné,

- navrhovaná řešení:
 - zaškolení obsluhy u drátových řezaček pro hloubení,
 - zaškolení další osoby do principu konstrukce elektrod,
 - pořízení novějšího softwaru pro drátové řezání.

3.3.5 Broušení na plocho:

- stav k řešení: jediný zkušený brusič pro složitější broušení než je pouhé úhlování,
- problémy: nezastupitelnost, což vede k prodražení a zpoždění výroby,
- původní řešení: kooperace,
- navrhovaná řešení:
 - přijetí a zaškolení dalšího brusiče,
 - pořízení novějších strojů pro usnadnění složitého broušení.

3.4 Přehled stávajících a nových pozic

Nové pozice nevzniknout pouze z důvodu vyřešení stávajících problémů, ale také za účelem expanze firmy (viz tab. 6).

Tab. 6 Pozice ve firmě Antonín Ryšavý.

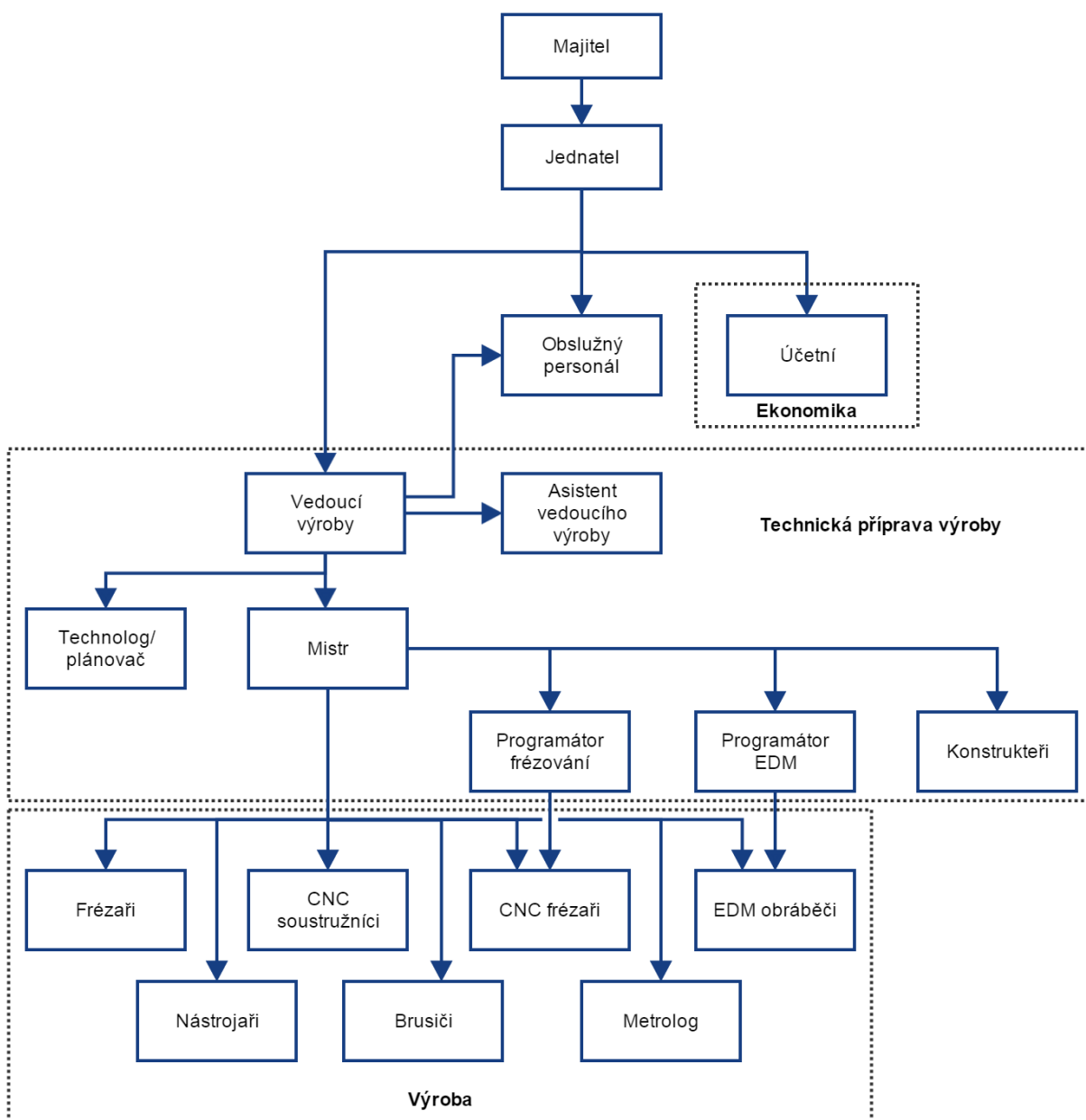
Pozice	Stav 2012	Stav 2015
Majitel	1	1
Jednatel	0	1
Vedoucí výroby	1	1
Mistr	0	1
Pracovník technologie	0	1
Asistent vedoucího výroby	1	1
Konstruktér	0	3
Konstruktér / programátor frézování	0	1
Programátor frézování	0	1
Programátor EDM	1	1
Metrolog	0	1
Obsluha CNC frézovacích center	2	4
Obsluha CNC soustruhů	1	2
Obsluha EDM pracoviště	2	3
Konvenční frézování	2	2
Vyvrtávání	1	0
Konvenční soustružení	1	0
Brusič BPH (později CNC)	1	2
Brusič hrotová bruska (později CNC)	1	1
Nástrojař	1	4
Účetní	0	2
Obslužný personál a řidič	2	4
Celkem	18	37

4 DETAILNÍ VYPRACOVÁNÍ

Jak již bylo zmíněno v první kapitole, jedná se o návrh systému výroby v malém výrobním podniku.

4.1 Organizační struktura

Pro správné vedení firmy je nutné nastavit posloupnost vedení a tuto posloupnost striktně dodržovat (viz obr. 11).



Obr. 11 Organizační struktura.

4.1.1 Popis jednotlivých pozic

Majitel podniku rozhoduje o nejdůležitějších investicích, pravidelně kontroluje prosperitu společnosti. Manažerskou práci přenechává jednatelem. Jako zkušený konstruktér může konstruovat.

Jednatel se stará o celkovou produktivitu firmy (kontrola obrátu, zisku a nákladů). Musí kontrolovat a dohlížet na to, aby si jeho přímí podřízení plnili svoje povinnosti. Jednou z důležitých věcí je plánování a schvalování investic. Dále reprezentuje firmu a hledá nové zákazníky. Jednatel i majitel se mohou vzájemně zastupovat a vypomáhat si v případě potřeby.

Účetní obstarávají veškeré řízení účetnictví a ekonomiky firmy včetně komunikace se státními úřady. Dávají jednatelem a majiteli podklady pro řízení a rozhodování v rámci podniku.

Mezi **obslužný personál** se řadí řidič, správce budovy a uklízeční personál. Řidič každý den jede různé trasy, a to jak pro vstupní materiál, tak i za účelem dopravení vyrobeného zboží k zákazníkům. Správce budovy se stará o celý objekt včetně výrobních prostor.

Vedoucí výroby řídí prostřednictvím mistra celou výrobu. Stará se o vypracování cenových nabídek (tvorba základních technologických postupů), zadává podklady pro nákup materiálu a zajišťuje kooperaci. Zodpovídá za včasné plnění termínů zakázek. Dále je jeho náplní kontakt se zákazníky, hledání nových zákazníků nebo nabízení volných kapacit stávajícím zákazníkům.

Asistent vedoucího výroby zpracovává a vkládá přijaté objednávky do systému, zpracovává podklady od vedoucího výroby a vydává objednávky na materiál, normálie atp., vytváří dodací listy, vkládá data od zákazníků na centrální uložení a v případě nutnosti překládá z německého jazyka. Dále zpracovává a předává dotazy od zákazníků.

Mistr rozděluje práci a podle IS řadí práci na jednotlivé stroje tak, aby výrobky byly hotové na termín dodání. Zodpovídá za plynulost výroby a kontroluje výrobu neustále během celé směny. Pomáhá řešit dělníkům problémy: nedostatečné podklady pro výrobu (chybí například důležitá kóta), vydává nástroje a pomůcky (řezné nástroje, rukavice, kladiva, apod.).

Technolog/ plánovač vytváří a upřesňuje technologické postupy pro výrobu (tisk průvodek) a zaplánování pro výrobu. Na tvorbě technologických postupů spolupracuje s vedoucím výroby a při zaplánování s mistrem. Navíc zpracovává a kontroluje odvedené údaje z výroby a popřípadě je opravuje/ upravuje. Jeho úkolem je i správa informačního systému.

Programátor frézování vytváří CNC programy pro frézování na veškerých strojích, ladí nové technologie a dohlíží na bezproblémový chod frézovacích obráběcích center.

Programátor EDM vytváří složité programy pro 4-osé drátové řezání, navrhuje elektrody pro hloubení a pokud se jedná o složité hloubení, pak dohlíží na celý proces hloubení. Dále obstarává konstrukci složitých nástrojů pro plošné tváření, převážně stříh a ohyb.

Konstruktéři se primárně zabývají navrhováním produktů podle zadání od zákazníka, a to od různých nástrojů pro plošné tváření až po měřicí přípravky. Dále upravují data od odběratelů, a když na výkresu chybí zakótovaný rozměr nebo produkt

nelze technologicky vyrobit, pak konzultují změny se zákazníkem. Mimo to pomáhají programátorovi EDM a programátorovi pro frézování.

Frézaři pracují na konvenčních hrubovacích frézkách. V současné době se věnují přípravě polotovarů pro další obrábění. Jednoduché součásti obrábí na hotovo.

CNC frézaři připravují podle seřizovacích listů od programátora obráběcí stroje, což zahrnuje přípravu a zaměření řezných nástrojů (frézy, vrtáky, závitníky, apod.), ustavení a zaměření obráběného polotovaru a doměření přesných rozměrů podle výkresu.

CNC soustružníci si připravují CNC programy na obrábění sami, ovlivňují tedy celý výrobní proces CNC soustružení.

EDM obráběči obsluhují 3 drátové řezačky, vrtačku startovacích otvorů a jednoduché hloubení. Jednoduché programy pro drátové řezání si připravují samostatně.

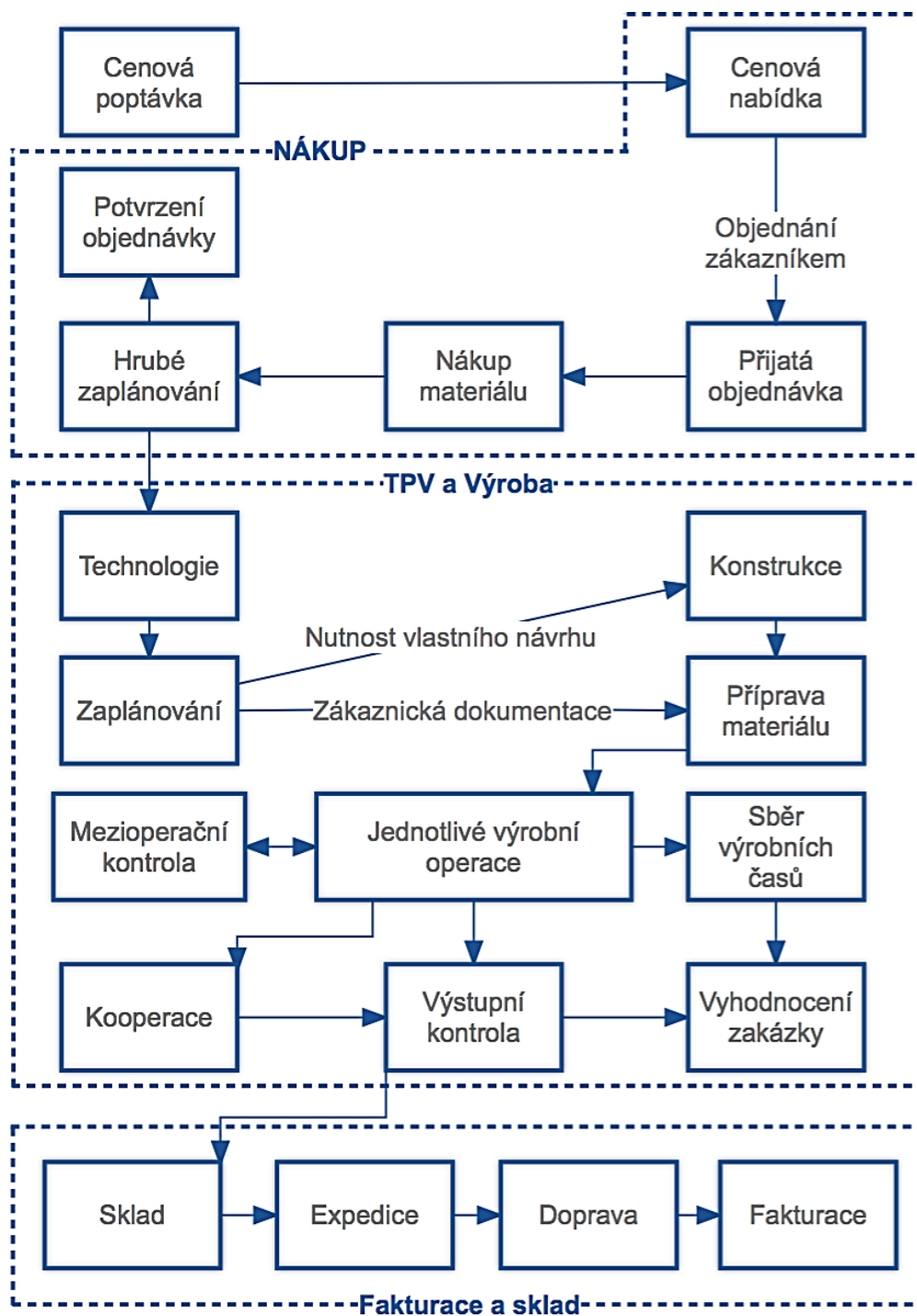
Brusiči v současné době brousí na konvenčních strojích. Technologii broušení si volí samostatně.

Nástrojaři většinou zpracovávají výrobek v poslední výrobní operaci před výstupní kontrolou a expedicí. Náplní jejich práce je montáž včetně vyzkoušení, odstranění otřepů, kontrola funkčnosti přípravku, nástroje a podobně.

Metrolog zajišťuje poslední kontrolu před finální expedicí zboží. Pokud zákazník požaduje protokol o měření, pak jej metrolog vytvoří a přidá ke zboží.

4.2 Schéma řízení výroby

Pro popis funkčnosti systému řízení výroby je nutné navrhnout diagram, který bude popisovat tok výrobku firmou, a to od cenové poptávky přes výrobu až k expedici a fakturaci (viz obr. 12).



Obr. 12 Schéma řízení výroby.

4.3 Popis jednotlivých kroků

Pro úplnou specifikaci výrobního procesu je vhodné detailně rozebrat jednotlivé kroky a jasně určit povinnosti každé osoby, která se daného procesu účastní, a to včetně popisu zadávání do informačního systému.

4.3.1 Poptávka, nabídka, objednávka

Za počátek celého systému řízení výrobku lze pokládat požadavek zákazníka na vytvoření cenové nabídky, tedy cenovou poptávku. Pro vytvoření cenové nabídky je nezbytné mít od zákazníka podklady (data či zadání k výrobku – výkres, 3D data, atd., počet kusů a požadovaný termín dodání). Při vytváření cenové nabídky postupuje vedoucí výroby v IS následujícím způsobem:

1. založí kartu výrobku ve Zboží a služby (viz příloha 1): jedná se založení kmenové karty s určením typu výrobku (sestava, díl), názvu, čísla výkresu a zákazníka,
2. vyplní kusovník (viz příloha 2): jedná se o tvorbu minimálně hrubého technologického postupu s odhadovanými výrobními časy, do poznámek je vhodné zapsat různé specifikace či podrobnosti; technologické postupy je možné kopírovat ze šablon nebo již existujících kmenových karet
3. vytvoří nabídku v nabídkových sestavách a vloží založený výrobek,
4. vygeneruje .pdf a odešleho zákazníkovi.

Přijatá objednávka je zařazena do IS asistentem vedoucího výroby (v IS je vedena jako expediční příkaz). Zařazení objednávky do systému se liší v závislosti na podkladech, které zákazník dodal při objednávce a může se jednat o:

- přijatou objednávku na základě cenové nabídky: v tomto případě se jednoduše převedou údaje z nabídky do přijatých objednávek,
- již dříve vyráběné díly: se převedou již vytvořené výrobky s technologickými postupy do objednávky,
- objednávku bez cenové nabídky a předchozí výroby: v takovém případě se jedná o výrobu podle skutečných nákladů; je nutné založit kmenovou kartu včetně všech náležitostí. Technologický postup je dopracován vedoucím výroby nebo technologem/ plánovačem.

Po objednání materiálu (materiál, normálíe, elektrika, pneumatika, atd.) provede technolog/ plánovač hrubá zaplánování, aby se ujistil, že požadovaný termín dodání je reálný. Nakonec asistent výroby odešle potvrzení objednávky zákazníkovi.

4.3.2 TPV

Dalším krokem je upřesnění hrubého technologického postupu technologem/ plánovačem. Po upřesnění technologického postupu se výrobek zaplňuje pro výrobu. Zaplánování se provádí v Přehledu objednávek (viz příloha 3), což je přehled veškerých objednaných výrobků. V tomto přehledu lze buď zobrazit všechny objednávky za kalendářní rok, nebo pomocí filtru zobrazit aktuálně objednané a nevyrobené výrobky. Zaplánování může být buď od zvoleného data vpřed, nebo od

termínu dodání vzad. Celé zaplánování může být upravováno, pokud dojde k nedostatku výrobních kapacit s nemožností splnění požadovaného data dodání, systém na tuto skutečnost upozorní chybovým hlášením. Po zaplánování se vytisknou průvodky (viz příloha 4) obsahující technologický postup s čárovými kódy.

Další operací TPV po zaplánování je v případě požadavku vlastního konstrukčního návrhu samotné vytvoření návrhu a v některých případech i schválení návrhu zákazníkem. Následujícím krokem po vytvoření konstrukce je příprava materiálu.

4.3.3 Výroba

Dále následují jednotlivé výrobní operace podle technologického postupu z průvodky. Mistr výroby řídí výrobu již od přípravy materiálu a dohlíží na celý výrobní proces. Zároveň zajišťuje přesun mezi jednotlivými operacemi a každý den rozděljuje práci pro jednotlivé stroje/ pracovníky na celou směnu podle IS a na základě domluvy s vedoucím výroby.

V každé výrobní operaci má provádějící pracovník povinnost zkontrolovat svoji práci dle výkresové dokumentace (mezioperační kontrola). Dělník dostane výkres součásti, průvodku a daný polotovár. Mistr zaměstnanci upřesní detaily jeho části výroby. Každý zaměstnanec, který se podílí na výrobě součásti, musí na počátku práce zaznamenat počátek operace a poté i konec operace pomocí čtečky čárových kódů u odváděcího terminálu. Údaje, které se při načtení zaznamenávají, jsou jméno zaměstnance, typ stroje a čárový kód operace z průvodky.

V rámci výroby je velmi často potřeba kooperace, a to většinou v rámci tepelného zpracování. Kooperaci zajišťuje vedoucí výroby, mistr nebo asistent vedoucího výroby.

Ihned po ukončení výroby se výrobek kontroluje v metrologii za použití měřidel (posuvného měřítka, mikrometrů, měrek, optického měření profilu nebo 3D měřicího přístroje). Pokud je zákazníkem požadován výstupní protokol, pak je doložen k výrobku také protokol o měření.

Za poslední část výroby lze označit vyhodnocení zakázky (viz příloha 5), ve které se spočítají veškeré náklady a porovnají se s cenou z nabídky nebo v případě, že se vyrábí podle skutečných nákladů, se cena přepíše do objednávky. Vyhodnocení a kontrolu zaznamenaných dat provádí technolog/ plánovač. Pokud se ukáže, že výrobní cena je vyšší, pak se zkoumá příčina, tedy to zda je chyba v tvorbě cenové nabídky a podcenila se náročnost výroby nebo zda je problém ve výrobě, kde a v jaké operaci.

Ihned po ukončení etapy výroby se data a poznatky získané či upravené při výrobě přepíší do karty výrobku. Veškeré CNC programy musí být uloženy a upraveny, aby se pro případ opakované výroby pouze vytiskla průvodka a připravil se materiál.

4.3.4 Sklad, expedice, doprava a fakturace

Po ukončení výrobní části se výrobek přijme na sklad. Jedná se pouze o mezikrok před expedicí zboží v IS. Většina výrobků je ihned expedována.

Expedice je příprava dodacích listů pro předání zboží zákazníkovi. Při vytvoření dodacího listu jsou data okamžitě přístupná pro fakturaci, kdy vytvoření faktury je záležitostí několika jednoduchých operací v IS.

4.4 Manažerské nástroje

Pro vyšší manažery, tedy majitele a jednatele, je v informačním systému nejdůležitější částí Manažerské přehledy a Přehledy prodeje.

Tyto přehledy obsahují:

- tržby, které jsou rozděleny podle měsíců,
- pohledávky před a po splatnosti,
- závazky před a po splatnosti,
- měsíční výsledovku,
- přehled:
 - počet kusů výrobků odebraných za celý kalendářní rok,
 - přehled obrátu u jednotlivých odběratelů,
 - přehled obrátu u jednotlivých dodavatelů,
- přehled výrobků, které mají vyšší výrobní náklady než je prodejní cena.

5 DISKUZE A EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Navržení a zavedení nového systému řízení včetně provázání s informačním systémem ve stále expandujícím výrobním podniku se ukázalo jako krok správný směrem. Nejenže došlo k vyřešení veškerých problémů, ale firma navíc získala stabilní zázemí pro zvýšení objemu výroby zavedením druhé směny.

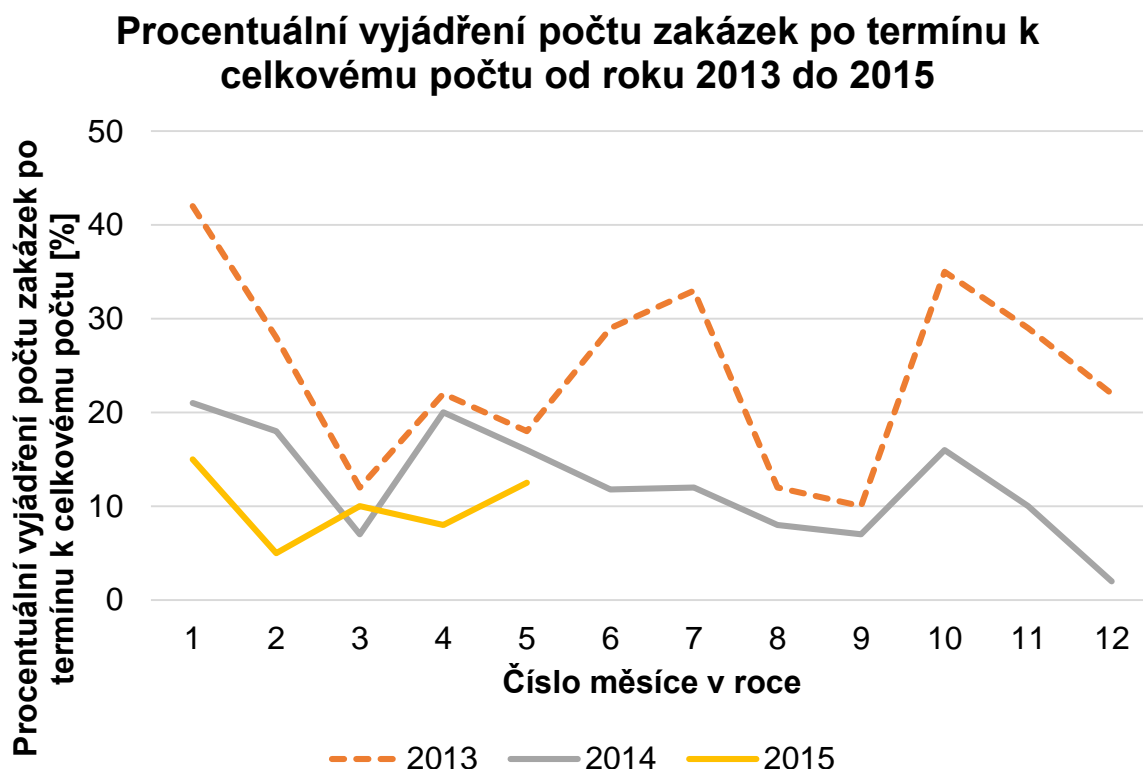
Během 4 let došlo k dvojnásobnému zvětšení firmy. Původní systém pro řízení podniku již byl nedostačující a bylo nutné navrhnout systém, který by za pomoci počítačové podpory značně zjednodušil celý proces a připravil by firmu na další expanzi.

Oproti původnímu stavu došlo k ustálení celého výrobního procesu. Snížila se celková rozpracovanost, snížil se průběžný čas strávený výrobou a zvýšila kvalita výrobku, což se projevilo menším počtem neshodných kusů. Přesčasy klíčových lidí se podstatně snížily a přijetí nových zaměstnanců vyřešilo nezastupitelnost personálu.

Pozitivní vliv na průběh a hlídání v systému řízení výroby má informační systém. Využívání informačního systému pro řízení výroby má několik zásadních výhod:

- data jsou centrálně uložena,
- po prvotním založení nabídky nebo objednávky se veškerá data kopírují,
- jednoduché vyhledávání v datech podle jednoho i více parametrů,
- po delším čase využívání se sníží náročnost pro tvorbu cenových nabídek z důvodu možnosti kopírování kusovníků podobných součástí,
- hlídání termínu dodání,
- přehled o rozpracovanosti výroby,
- odvádění výroby a hlídání výrobních časů,
- porovnání skutečných a předpokládaných nákladů,
- manažerské nástroje pro řízení firmy.

Účinnost nového systému řízení výroby lze demonstrovat na snížení výrobků dodaných po termínu a na průměrném počtu dní po termínu. Na obr. 13 je zobrazen graf pro jednotlivé měsíce od roku 2013 do května 2015, který zobrazuje procentuální podíl počtu zakázek k celkovému počtu zakázek v daný měsíc. V roce 2013 lze pozorovat velké kolísání v počtech zakázek po termínu, kdy průměr byl kolem 25 % a počet dnů po termínu odevzdání byl 14 až 45 dní. V roce 2014 se již situace začala stabilizovat a od půlky roku 2014 až do května 2015 již je průměrně pouze kolem 10 % zakázek po termínu. Počet dnů po termínu dodání se snížil na maximálně 12 dní od listopadu 2014.



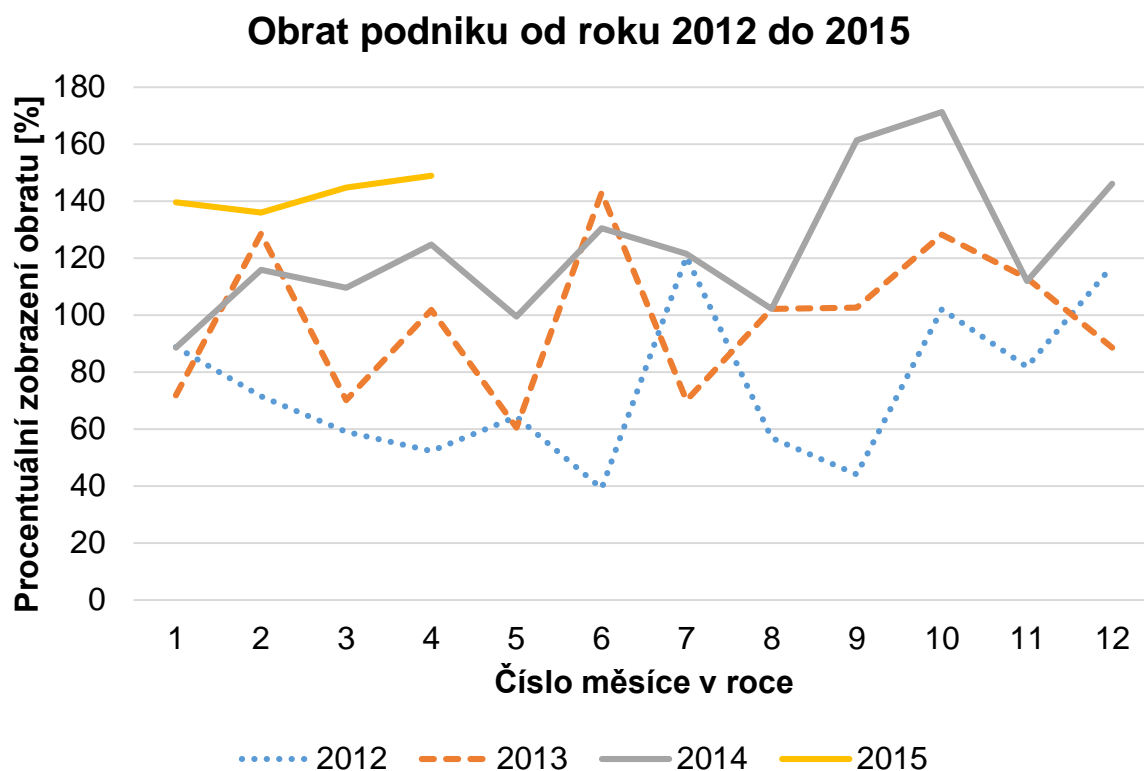
Obr. 13 Procentuální vyjádření počtu zakázek po termínu k celkovému počtu zakázek.

Za další kladný vliv nového systému řízení výroby a náborem nových zaměstnanců lze považovat ustálení obrátu (viz obr. 14). Pro ochranu firemních údajů byla jako 100 % zvolena minimální částka, které musí firma aktuálně (květen 2015) každý měsíc dosáhnout, aby pokryla veškeré náklady. Od roku 2012 do května 2015 se obrát podniku v průměru zvýšil téměř dvojnásobně. Zásadním zlepšením je stabilita celého měsíčního obrátu, což lze vidět od poloviny roku 2014 až do května 2015.

Od roku 2013 do 2015 plánovala firma nákup konstrukčních programů, celkově 6 licencí. V kapitole 2.4.4 je pro konstrukční návrh v nástrojárně podporován software Solidworks, který patří mezi levnější z vybraných softwarů. Podle tab. 7 je zřejmé, že poměr cena/výkon u softwaru Solidworks je velice slušný ve srovnání s dalšími konkurenty.

Tab. 7 Orientační ceny za licence konstrukčního programu.

Počet licencí [ks]	PTC Creo	NX	CATIA	SpaceClaim	Inventor	Solid Edge	Solidworks
1 [\$]	10 000	17 000	25 000	2 500	9 000	5 300	8 000
6 [\$]	60 000	102 000	150 000	15 000	54 000	31 800	48 000
6 [tisíc Kč]	1 200	2 040	3 000	300	1 080	636	960



Obr. 14 Obrat podniku od roku 2012 do 2015.

Pro další vylepšení systému řízení výroby bude vhodné využít některé softwarové řešení pro správu dat (pro danou společnost nejlépe Solidworks EPDM). Další variantou by byl nákup jednoho konstrukčního softwaru pro složité modelování ploch, kdy řešení firmy PTC Creo je cenově nejdostupnější, disponuje uživatelsky přívětivým prostředím podobně jako Solidworks a neposlední řadě dokáže bez příplatku otevírat Solidworks nativní soubory.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá problematikou řízení výroby v malém strojírenském podniku se zakázkovou výrobou. Důvodem pro nutnost optimalizace systému řízení výroby je expanze firmy, kdy z důvodu rozšiřování je dosavadní systém řízení nedostačující a podnik ztrácí svoji produktivitu a konkurenceschopnost. Cílem práce je návrh systému řízení výroby, který pomůže firmě odstranit problémy způsobené nejen nedostatečným řízením, ale i nedostatkem personálu, a usnadní celé řízení v budoucích letech.

Navrhované a již realizované řešení obsahuje výběr konstrukčního programu (Solidworks Professional), programu pro programování CNC frézování (HSMWorks) a informačního systému (Helios Orange). Dále určuje tok výrobku podnikem, organizační schéma s popisem jednotlivých pozic a několik dalších detailů jako například číslování.

Pomocí nového systému řízení výroby a náborem nových zaměstnanců bylo možné odstranit úzká místa ve výrobě a v řízení celého podniku, což vedlo plynulému toku produktů výrobním procesem. Dále došlo k výraznému snížení přepracovanosti a nutnosti více profesí pro jednoho zaměstnance a umožňuje krátkodobou zastupitelnost každého zaměstnance. Velký přínos, který systém vnáší do podniku, je celkový přehled od počátku až po konec výrobního cyklu (nabídka až fakturace), což zahrnuje:

- plánování výroby a kontrola rozpracovanosti a vytíženosti jednotlivých pracovišť,
- centrální evidence veškerých dat,
- zpětná vazba nabídky a skutečných nákladů,
- manažerské nástroje pro řízení podniku.

Od roku 2012 do roku 2015 firma postupně integrovala návrhy a doporučení uvedené v této práci, pomocí kterých bylo možné firmu dvojnásobně rozšířit. Tato expanze byla plánovaná, ale bez změny systému řízení by nebyla možná, a pokud ano, pak ne s výsledky, jakých dosahuje v současné době, tj. navýšení obrátu firmy na dvojnásobek průměrné hodnoty z roku 2012. Navíc došlo ke snížení počtu zakázek po termínu z 25 % na 10 % a výraznému snížení dnů, kdy jsou zakázky dodány po termínu.

Celkový výsledek návrhu a integrace nového systému řízení je moderní podnik (nástrojárna), který může čelit konkurenci nejen z okolních zemí, ale i ve světovém měřítku. Konkurovat může nejen vysokou kvalitou, ale také cenou a rychlým dodáním.

Na závěr je vhodné zmínit, že optimalizace systému řízení výroby a výroby samotné je nikdy nekončící proces a na to je nutné vždy pamatovat.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. VOLF, Luděk. *Metody řízení, simulace a racionalizace procesů zakázkové výroby*. In: [online]. [vid. 2015-03-16]. Dostupné z: http://stc.fs.cvut.cz/history/2008/sbornik/Papers/DP/Volf_Ludek_12134.pdf
2. KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada Publishing, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
3. JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 219 s. ISBN 978-80-214-4370-9.
4. Nástrojárna Ryšavý. [online]. [vid. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://www.rysavy-cz.com/>
5. KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Brno: PC-DIR Real, 2000, 87 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-1702-1.
6. KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, xiii, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.
7. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000, 408 s. Expert (Grada). ISBN 80-7169-955-1.
8. JANIŠOVÁ, Dana a Mirko KŘIVÁNEK. *Velká kniha o řízení firmy*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2013, 394 s. ISBN 9788024743370.
9. SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
10. VÁŇOVÁ, L. *Optimalizace systému řízení výroby*. Přerov 2011. Diplomová práce. Vysoká škola logistiky v Přerově. 86 s. 1 příloha. Vedoucí diplomové práce Ing. Josef Sedláček
11. KOŠTURIK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.
12. ANDERSON, David J. *Kanban: successful evolutionary change in your software business*. Sequim, Wash: Blue Hole Press, 2010. ISBN 0984521402.
13. JEŽKOVÁ, Zuzana. *Projektové řízení: jak zvládnout projekty*. Kuřim: Akademické centrum studentských aktivit, 2013, 381 s. ISBN 978-80-905297-1-7.
14. DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO. *Projektový management podle IPMA*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 507 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2848-3.
15. A guide to the project management body of knowledge: (PMBOK guide). 4th ed. Newton Square: Project Management Institute, c2008, xxvi, 467 s. ISBN 9781933890517.
16. SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 353 s. Expert (Grada). ISBN 80-247-1501-5.
17. Pojem informační systém. [online]. [vid. 2015-04-27]. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/~smid/mis-infsys.htm>

-
18. Podnikové informační systémy. [online]. [vid. 2015-04-27]. Dostupné z: http://homel.vsb.cz/~dan11/is_skripta/IS%202011%20-%20ERP.pdf
 19. KOCH, Miloš a Jan DOVRTĚL. *Management informačních systémů*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 174 s. ISBN 80-214-3262-4.
 20. Computerworld. [online]. [vid. 2015-04-29]. Dostupné z: <http://computerworld.cz/software/erp-informacni-system-pro-strojirenstvi-50278>
 21. ANDERSON, George W. *Naučte se SAP za 24 hodin*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2012, 432 s. ISBN 978-80-251-3685-0.
 22. SAP Bussiness-ONE. [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: <https://www.cloudone.cz/getattachment/ba446afb-655a-489e-94d9-796fa888128f/Detailni-popis-informacniho-systemu-SAP-Business-O.aspx>
 23. Cloud One. [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: www.cloudone.cz
 24. Živě: Kontroverzní studie tvrdí, že SAP se firmám spíše nevyplatí. In: [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/kontroverzni-studie-tvrdi-ze-sap-se-firmam-spise-nevyplati/sc-3-a-111331/default.aspx>
 25. IT Systems [online]. Brno: CCB s.r.o [vid. 2015-04-30]. ISBN 1802-002X.
 26. SystemOnLine [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/>
 27. Praha Fondy [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: http://www.prahafondy.eu/cz/oppa/pro-prijemce/325_pomucka-pro-urceni-velikosti-podniku.html
 28. Helios [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.helios.eu>
 29. PC HELP: Helios-servis.cz [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.helios-servis.cz/>
 30. SHOP Centrik [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.shopcentrik.cz/>
 31. Popron systems [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.popronsystems.cz/>
 32. SMDData [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: http://www.smdata.cz/data/editor/image/Helios/schema_orange_jadro.png
 33. Karat [online]. [vid. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.karatsoftware.cz/>
 34. ERPFORUM: Informační systém Karat je přední český ERP produkt. [online]. [vid. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://www.erpforum.cz/erp-systemy/informacni-system-karat-je-predni-cesky-erp-produkt.html>
 35. ISO 9000:2005. Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník. Český normalizační institut, 2006.
 36. TPV group s.r.o. [online]. [vid. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.tpvgroup.cz/>
 37. CAD: Řešení problémů technického úseku. [online]. [vid. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.cad.cz/component/content/article/1579.html>
-

38. CNCCookBook. [online]. [vid. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://blog.cnccookbook.com/2015/01/20/results-2015-cad-survey/>
 39. FME VUTBR: ESF projekt. [online]. [vid. 2015-05-03]. Dostupné z: http://esf.fme.vutbr.cz/modul/3/systemy_cad.pdf
 40. PTC [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.ptc.com/>
 41. CAD.cz [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.cad.cz/>
 42. Siemens PLM [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/nx/
 43. Wikipedia [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Siemens_NX
 44. Spaceclaim CZ [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.spaceclaimcz.cz/>
 45. Spaceclaim [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.spaceclaim.com/>
 46. Dassault Systemes [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.3ds.com/>
 47. TECHNODAT [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.technodat.cz/catia-v5>
 48. Part Solution [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://partsolutions.com/>
 49. CAD Studio [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.cadstudio.cz/inventor>
 50. Autodesk [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.autodesk.com/>
 51. Solidworks CZ [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.solidworks.cz/>
 52. Solidvision [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.solidvision.cz/>
 53. Synology [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: https://www.synology.com/en-us/solution/business_storage
 54. MM Průmyslové spektrum [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/>
 55. SolidCAM [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.solidcam.cz/>
 56. Semaco [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.semaco.cz/>
 57. Edgecam [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.edgecamcz.cz/>
 58. Peps [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.pepscadcam.cz/dratrez.html>
 59. Delcam [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.delcam.cz/>
 60. SprutCAM [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://cz.sprutcam.com/home/edm-processing>
 61. MASTERCAM [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.mastercam.cz/>
 62. HSMWorks [online]. [vid. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.hsmworks.cz/>
-

63. MICROSOFT. Office 365 [online]. [vid. 2015-05-07]. Dostupné z:
<http://products.office.com/cs-CZ/>
64. ŽIVĚ: Skype je připraven i do firem, nahradí tam Lync [online]. [vid. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/bleskovky/skype-je-pripraven-i-do-firem-nahradi-tam-lync/sc-4-a-177956/default.aspx>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
BPH	Bruska na plocho horizontální
CAD	Computer Aided Design/ Počítačem podpořený návrh
CAM	Computer Aided Manufacturing/ Počítačem podporovaná výroba
CNC	Computer Numerical Control/ Číslicové řízení pomocí počítače
EDM	Electric Discharge Machining/ Elektrojiskrové obrábění
ERP	Enterprise Resource Planning/ Podnikový informační systém
IS	Informační systém
JIT	Just in Time
MRP	Material Requirement Planning
MRP II	Material Resource Planning
PDM	Product data management
TPV	Technická příprava výroby

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Ukázka produktů	10
Obr. 2 Struktura řízení výroby.	12
Obr. 3 Hlavní důvody pro zavedení nového systému výroby.....	14
Obr. 4 Vnitřní a vnější význam cílů a kritérií výroby.....	17
Obr. 5 Struktura MRP II.....	18
Obr. 6 Systém Kanban s informačními a materiálovými toky.	20
Obr. 7 Schéma vazeb ERP v podniku [3].	24
Obr. 8 Přehled základních modulů včetně různých oborových aplikací.....	30
Obr. 9 Přehled základních modulů včetně různých oborových aplikací.....	32
Obr. 10 Dotazník o využívání CAD programů	38
Obr. 11 Organizační struktura.	57
Obr. 12 Schéma řízení výroby.	60
Obr. 13 Procentuální vyjádření počtu zakázek.....	65
Obr. 14 Obrat podniku od roku 2012 do 2015.	66

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Přehled dotačních projektů, aktuálního vybavení firmy a budoucích investic.	11
Tab. 2 Popis jednotlivých druhů výroby.....	16
Tab. 3 Přehled a popis plýtvání	21
Tab. 4 Řešení pro malé a střední podniky od společnosti SAP.....	28
Tab. 5 Přehled CAD systémů včetně orientačních cen.	42
Tab. 6 Pozice ve firmě Antonín Ryšavý.....	56
Tab. 7 Orientační ceny za licence konstrukčního programu.....	65

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1	Přehled ve zboží a služby
PŘÍLOHA 2	Tvorba kusovníku
PŘÍLOHA 3	Přehled všech objednaných a nevyrobených výrobků
PŘÍLOHA 4	Vzor průvodky
PŘÍLOHA 5	Přehled o výrobě pro jednotlivé výrobky

PŘÍLOHA 1

Helios Orange - Zboží a služby

Akce Možnosti nápověda

Schovvej Nastav Nový... Oprava... Zrušit Obnovit Akce Opis... Sestavy... Helios Store...

Účetnictví
Leasing
Pokladna
Oběh zboží
Stav skladu
Příjemky
Výdejky
Vydané objednávky
Expediční příkazy
Rezervace
Došlé objednávky (v řešení)
Nabídkové sestavy
Objednávky
Přehled objednávek
Dodací listy
Fakturace
Mzdy
Banka
Majetek
Technická příprava výroby
Doprava
Helios Intelligence
Nástroje přizpůsobení
Číselníky
Pomocné číselníky
Gadgets
Manažerské přehledy
Přehledy prodeje
Výrobní přehledy

Nab...	Exp...	SZ	Registra...	Název 1	Cena z kuso...	Prodejní c...	Firma název	Číslo výkresu zákazníka	Kusov...
✓	✓	150	000292		93 550,00	98 500,00			11
✓	✓	150	000193		92 800,00	98 500,00			11
✓	✓	150	000288		72 250,15	93 104,05			19
✓	✓	150	000289		70 554,15	89 778,92			19
✓	✓	150	000290		69 258,15	87 285,06			19
✓	✓	150	000354		68 702,45	79 969,74			19
✓	✓	150	000355		68 702,45	79 969,74			19
✓	✓	150	000215		64 500,00	74 800,00			11
✓	✓	150	000263		53 000,00	58 950,00			10
✓	✓	150	000294		52 600,00				10
✓	✓	150	000307		52 600,00	57 200,00			10
✓	✓	150	000222		47 450,00	56 700,00			11
✓	✓	150	000232		47 450,00	54 800,00			11
✓	✓	150	000244		47 450,00	56 800,00			11
✓	✓	150	000216		45 950,00	51 200,00			11
✓	✓	150	000217		45 950,00	49 800,00			11
✓	✓	150	000342		45 054,15				19
✓	✓	170	001883		43 500,00	44 800,00			10
✓	✓	150	000378		41 650,00	49 800,00			11
✓	✓	150	000224		40 500,00	44 800,00			11
✓	✓	150	000225		40 500,00	44 800,00			11
✓	✓	150	000227		40 500,00	44 800,00			11
✓	✓	150	000269		40 150,00	46 800,00			10
✓	✓	150	000270		40 150,00	46 800,00			10
✓	✓	170	001882		40 150,00	41 500,00			10
✓	✓	150	000229		38 800,00	41 700,00			11
✓	✓	150	000313		37 450,00	39 800,00			10
✓	✓	150	000382		37 400,00	40 304,00			11
✓	✓	170	001554		37 087,50	39 800,00			9
✓	✓	150	000318		36 950,00	39 700,00			11
✓	✓	150	000348		36 900,00	52 800,00			11
✓	✓	170	002336		35 450,00	36 500,00			10
✓	✓	150	000228		34 950,00	39 600,00			11
✓	✓	150	000226		34 950,00	39 600,00			11
✓	✓	150	000295		34 900,00				11
✓	✓	150	000381		34 900,00	38 456,00			11
✓	✓	150	000223		34 600,00	38 500,00			11
✓	✓	150	000243		34 600,00	38 700,00			11
✓	✓	150	000241		34 600,00	37 950,00			11
✓	✓	150	000242		34 600,00	36 200,00			11
✓	✓	150	000245		34 600,00	36 400,00			11
✓	✓	150	000319		34 450,00	37 500,00			10
✓	✓	150	000320		32 950,00	35 200,00			10
✓	✓	150	000321		32 950,00	36 800,00			10
✓	✓	150	000379		32 900,00	34 200,00			11
✓	✓	170	002309		32 812,91	40 850,00			7
✓	✓	150	000357		31 900,00	47 450,00			11
✓	✓	170	002142		30 908,20	42 800,00			20
✓	✓	170	002283		30 908,20	32 950,00			20
✓	✓	170	002310		30 908,20	32 950,00			20
✓	✓	170	002324		30 908,20	32 950,00			20
✓	✓	150	000264		30 500,00	36 700,00			10
✓	✓	150	000296		30 100,00	38 200,00			10
✓	✓	170	002308		29 817,06	35 800,00			9
✓	✓	150	000165		27 529,05	37 300,00			20
✓	✓	150	000167		27 529,05	37 300,00			20
✓	✓	170	002109		27 529,05	31 850,00			20
✓	✓	170	000987		27 029,15	33 700,00			10
✓	✓	150	000315		26 600,00	32 600,00			10

SQL-SRV\SQLEXPRESS jrysavý Nástrojárna Ryšavý (Helios001) 001 (Nástrojárna Hustopeče) 25.5.2015 Zboží a služby 2 8610843

Prehledy
Obilíbené
Nedávné

Cena Kusovník Výjimky... Nová... do Archivu Přirážka Pohyby ! smazat ! Import N !...

Aktualizace

PŘÍLOHA 2

Kusovníky - editace pro změnu č. 01 - 01

Dílec

Skupina zboží

150

Registrační číslo

...

000291

Název 1

...

150 000291

170 001841 Věž

Nastav

Nový...

Oprava...

Zrušit

Obnovit

Alce

Opis...

Sestavy...

Strom

Změna varianty

...

	G...	P...	M...	R...	D...	Mo...	N...	VzK...	N...	E...	SZ	Reg. č...	Název 1	Minu...	Mno...	M...	Cenař...	Cena C...	Poznámka - Vše	Číslo
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400 400031	Vícepráce	0	0	0	0	0		
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400 400010	Konstrukce	1800	30	hod.	500	15000	Toto je celá sestava! Jednotlivé díly-KS odvádějte tedy vždy po DESETINÉ, tj. po 0,1! (a ne celé kusy)	
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	200 200000	Materiál		1	ks	30 000	30000		
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400 400001	Řezání Pegas	180	3	hod.	350	10500	Toto je celá sestava! Jednotlivé díly-KS odvádějte tedy vždy po DESETINÉ, tj. po 0,1! (a ne celé kusy)	
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400 400033	Frézování CNC MCU 700V-5X	300	5	hod.	1 200	6000	Toto je celá sestava! Jednotlivé díly-KS odvádějte tedy vždy po DESETINÉ, tj. po 0,1! (a ne celé kusy)	
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400 400012	Nástrojařská	300	5	hod.	350	1750	Toto je celá sestava! Jednotlivé díly-KS odvádějte tedy vždy po DESETINÉ, tj. po 0,1! (a ne celé kusy)	
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400 400013	Technologie	480	8	hod.	500	4000	Toto je celá sestava! Jednotlivé díly-KS odvádějte tedy vždy po DESETINÉ, tj. po 0,1! (a ne celé kusy)	
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400 400015	Frézování CNC TM-2HE	2700	45	hod.	500	22500	Toto je celá sestava! Jednotlivé díly-KS odvádějte tedy vždy po DESETINÉ, tj. po 0,1! (a ne celé kusy)	
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	170 001841	Věž		3	ks	5 000	15000		
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400 400012	Nástrojařská	300	5	hod.	350	1750	Toto je celá sestava! Jednotlivé díly-KS odvádějte tedy vždy po DESETINÉ, tj. po 0,1! (a ne celé kusy)	
11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400 400032	Kontrola	60	1	hod.	500	500	Toto je celá sestava! Jednotlivé díly-KS odvádějte tedy vždy po DESETINÉ, tj. po 0,1! (a ne celé kusy)	
Dopočítat do "CELÝ 1 kus" teprve, až je to celé komplet hotovo.																				

Operace

Materiál

Dílec

Nářadí

Kooperace

Náčtení

Rozkopiro...

SQL-SRVISQLEXPRESS

TPV změnováno

Neblokovat

Nástrojárna Ryšavý (Helios001)

Jrýsavý

25.5.2015

Kusovníkové vazby

110:141

PŘÍLOHA 3

Aktuality																		
pl...	K...	Datum příp...	Po...	Po...	Řada	Por.č.	Objednávka	Název	SZ	Reg...	Název položky	Množs...	Vyro...	Odv...	Stav...	CC bez da...	Číslo výkresu zák...	Číslo výkresu ...
✓	5	7.5.2015	23	pátek	5.6.2015	050 1503...		050 1503...	170 002356		050 1503...	12		0	0	3 459,60		
✓	5	7.5.2015	23	pátek	5.6.2015	050 1503...		050 1503...	170 002357		050 1503...	6		0	0	1 953,00		
✓	12	15.5.2015	23	pátek	5.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002423		050 1504...	2		0	0	0,00		
✓	12	15.5.2015	23	pátek	5.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002424		050 1504...	2		0	0	0,00		
✓	13	14.5.2015	24	pátek	12.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002421		050 1504...	1		0	0	0,00		
✓	11	14.5.2015	22	pátek	29.5.2015	050 1504...		050 1504...	150 000379		050 1504...	1		0	0	34 200,00		7 výkresů
✓	5	11.5.2015	21	pátek	22.5.2015	050 1504...		050 1504...	170 002383		050 1504...	1		0	0	911,40		
✓	5	11.5.2015	21	pátek	22.5.2015	050 1504...		050 1504...	170 002384		050 1504...	1		0	0	641,70		
✓	5	11.5.2015	21	pátek	22.5.2015	050 1504...		050 1504...	170 002385		050 1504...	1		0	0	344,10		
✓	5	11.5.2015	21	pátek	22.5.2015	050 1504...		050 1504...	170 002386		050 1504...	1		0	0	1 278,75		
✓	4	14.5.2015	22	pátek	29.5.2015	050 1504...		050 1504...	170 000549		050 1504...	50		0	0	3 255,00		
✓	0	14.5.2015	24	pátek	12.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 000991		050 1504...	10		0	0	14 415,00		
✓	0	14.5.2015	25	pátek	19.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 001518		050 1504...	20		0	0	71 610,00		
✓	0	14.5.2015	24	pátek	12.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002417		050 1504...	4		0	0	30 876,00		
✓	12	14.5.2015	24	pátek	12.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002418		050 1504...	1		0	0	0,00		
✓	12	14.5.2015	24	pátek	12.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002419		050 1504...	1		0	0	0,00		
✓	12	14.5.2015	24	pátek	12.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002420		050 1504...	1		0	0	0,00		
✓	0	19.5.2015	24	pátek	12.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002439		050 1504...	8		0	0	6 640,00		1083-01nr
✓	13	19.5.2015	24	pátek	12.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 000580		050 1504...	4		0	0	0,00		
✓	7	19.5.2015	25	pátek	19.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002414		050 1504...	4		0	0	3 273,60		
✓	12	19.5.2015	25	pátek	19.6.2015	050 1504...		050 1504...	150 000380		050 1504...	5		0	0	12 555,00		
✓	6	19.5.2015	25	pátek	19.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002141		050 1504...	10		0	0	2 697,00		
✓	2	19.5.2015	25	pátek	19.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 000592		050 1504...	30		0	0	6 417,00		
✓	0	19.5.2015	25	pátek	19.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 001590		050 1504...	4		0	0	8 928,00		
✓	19	18.5.2015	21	pátek	22.5.2015	050 1504...		050 1504...	150 000331		050 1504...	1		1	1	0,00		
▶	0	19.5.2015	23	pátek	5.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002431		050 1504...	2		0	0	2 860,00		
✓	0	19.5.2015	23	pátek	5.6.2015	050 1504...		050 1504...	170 002432		050 1504...	2		0	0	2 050,00		
Vyrobeno Odvedeno Kusovník Pohyby Rozběh Stáhl < Zaplán. > Zaplán. >																		
Nástrojárna Ryšavý (Helios001)																		
Jryšavý																		
Položky EP - nespřněné ls																		
19616068																		

PŘÍLOHA 4

Spezialschloss 9800 1. Einbaueinrichtung		PRŮVODKA: 210150750
Množství:	2 ks	Reg.číslo: 170 002451
Výkres:	686348	
Výkres NR:		
Termín:	22 KT pátek	29.5.2015
Objednávka:		
Odběratel:		



Technologie

Čárový kód

1 Vícepráce

Operaci VÍCEPRÁCE odvádějte vždy po DESETINĚ, tj. po 0,1! (ne celé kusy)



31954

2 Materiál

Mat. 1.2085, JKZ Bučovice a.s.

31953

3 Řezání Pegas

! POZOR ! Je to sada! Jedna sada obsahuje 1 ks normal +1 ks zrcadlově !!!



31952

4 Frézování FGV 32 (#0)



31951

5 Technologie

! POZOR ! Je to sada! Jedna sada obsahuje 1 ks normal +1 ks zrcadlově !!!

31950

6 Frézování CNC VM2



31949

7 Drátové řezání DUO43



31948

PŘÍLOHA 5

[illegible]